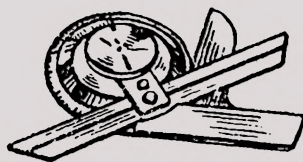


А. И. РОЗИН

СЛЕСАРЬ ЛЕКАЛЬЩИК



МАШГИЗ — 1953

А. И. РОЗИН

СЛЕСАРЬ-ЛЕКАЛЬЩИК

*ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ,
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва

1953

Свердловск

Книга может быть использована в качестве учебного пособия для подготовки новых кадров слесарей-лекальщиков, а также для повышения их квалификации в курсовой сети.

В книге рассматриваются: точные измерительные инструменты и приборы, доводка и шлифование, изготовление гладких, профильных и комплексных калибров.

Отдельные главы посвящены вопросам механизации производства калибров, повышения их износоустойчивости, а также ремонту и восстановлению измерительного инструмента. Даны основные понятия о технологическом процессе производства. Изложены правила безопасной работы, организации труда и рабочего места.

Рецензенты:

инж. **Ф. И. Вершинин**, лекальщики **В. И. Черкашин**, **А. М. Чугунов**

УРАЛО-СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА
Редакция литературы по холодной обработке металлов
Ведущий редактор *А. Г. Козлов*

ПРЕДИСЛОВИЕ

С момента выхода в свет первого издания книги «Слесарь-лекальщик» прошло немногим более трех лет. Однако бурное развитие промышленности и технологии инструментального производства за эти годы сделали материал книги в значительной степени устаревшим.

Это потребовало коренной переработки книги для второго издания. Почти заново написаны главы «Изготовление профильных и комплексных калибров», «Механизация лекальных работ», «Ремонт и восстановление измерительного инструмента» и некоторые другие, определяющие основное содержание книги.

В основу переработки были положены последние достижения стахановцев и инженерно-технических работников, работающих в этой области.

Большое внимание уделено обобщению стахановской практики и в ряде случаев сделана попытка от показа практических достижений стахановцев перейти к выводам и изложению основных принципов лекального производства.

Первое издание книги предназначалось в качестве учебника для ремесленных училищ. Внесенные изменения позволяют расширить первоначальный круг читателей и сделать книгу полезным пособием для повышения квалификации слесарей-лекальщиков.

Автор выражает благодарность слесарям-лекальщикам В. И. Черкашину, А. М. Чугунову и инженеру Ф. И. Вершинину, сделавшим ценные замечания, использованные при подготовке книги ко второму изданию.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие социалистической индустрии ставит грандиозные задачи в области технического прогресса советского машиностроения и в том числе приборостроения и производства измерительного инструмента.

Без точного измерительного инструмента и приборов невозможно существование ни одной отрасли машиностроения. На любом современном заводе, изготавлиющем машины, станки, инструменты, имеются тысячи и десятки тысяч таких измерительных инструментов, при помощи которых проверяются размеры, обеспечивающие взаимозаменяемость деталей и высокое качество выпускаемой продукции.

Измерительный инструмент и приборы в процессе работы изнашиваются и требуют своего восстановления и ремонта.

Изготовление и ремонт измерительного инструмента имеют громаднейшее значение в производственном процессе завода. На тех заводах, где дело ремонта и изготовления инструмента поставлено плохо, не может быть осуществлен принцип взаимозаменяемости, не может быть достигнуто высокое качество продукции и повышение производительности труда.

Чаще всего изготовление и ремонт измерительного инструмента на заводах производят в специальных инструментальных цехах, которые помимо измерительных инструментов изготавливают режущий и вспомогательный инструмент, а также различные приспособления.

Измерительный инструмент — один из наиболее сложных видов продукции инструментального цеха. Изготовлением измерительного инструмента занимаются наиболее квалифицированные инструментальщики — слесари-лекальщики. Слесарь-лекальщик, кроме выполнения обычных слесарных операций, должен в совершенстве:

- 1) выполнять слесарно-лекальные работы в соответствии с установленными техническими требованиями и нормами, т. е. изготавливать и ремонтировать в незакаленном и закаленном виде лекальные линейки, угольники, калибры как гладкие, так и профилированные;
- 2) читать и понимать технологическую документацию, устанавливать режимы обработки лекальных изделий;
- 3) подбирать соответствующие материалы, рабочий и измерительный инструмент, приспособления, абразивы и смазку;

4) пользоваться в работе современным сложным измерительным инструментом и оптическими приборами;

5) определять состояние и качество инструмента, приспособлений и оборудования, применяемых в лекальном деле;

6) определять по внешним признакам и при помощи инструмента качество заготовок, получаемых для изготовления лекальных изделий;

7) правильно использовать и хранить материалы, заготовки, детали, изделия, инструмент, приспособления, приборы и оборудование, применяемые в лекальном деле;

8) применять стахановские методы и приемы работы, умело организовывать свое рабочее место.

Приступая к овладению своей профессией, будущий лекальщик должен проникнуться сознанием, что он осваивает очень сложную специальность, требующую разносторонних знаний, твердых навыков в работе, настойчивости, внимательности и аккуратности, личной инициативы и смекалки. С самого начала обучения необходимо настойчиво усваивать и воспитывать в себе качества, без которых нельзя в совершенстве овладеть специальностью слесаря-лекальщика.

ГЛАВА I

ТОЧНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИБОРЫ

1. ТОЧНОСТЬ, ПОГРЕШНОСТИ ПРОВЕРКИ И ИЗМЕРЕНИЯ

Назначение любого вида обработки детали состоит в том, чтобы придать ей размеры и форму, указанные в чертеже. Однако по условиям производства никогда нельзя выполнить заданный размер точно, — всегда получаются отклонения от размера, установленного чертежом.

Различное назначение элементов деталей и их размеров позволяет изготавливать детали с большими или меньшими отклонениями от чертежных размеров. Например, нет необходимости изготавливать с одинаковой точностью рабочие поверхности калибра и его нерабочие размеры; точность изготовления деталей сельскохозяйственных машин отличается от точности деталей измерительных приборов и т. п.

В современных производственных условиях могут быть достигнуты настолько незначительные отклонения от размеров, что для того, чтобы их обнаружить, используют особо точные приборы и инструменты.

Инструменты и приборы, устанавливающие ошибки в размерах деталей и определяющие их величину, называются проверочными и измерительными приборами и инструментами.

Инструменты и приборы, которые указывают на наличие ошибки, но не показывают ее величины, называются *проверочными*.

Инструменты и приборы, позволяющие определять размер детали или величину ошибки в размере, называются *измерительными* приборами и инструментами.

Однако влияние многих обстоятельств при измерении размеров приводит к тому, что *действительный размер*, т. е. тот размер, который в действительности имеет деталь, всегда отличается от размера, показываемого измерительным прибором.

Разница между результатом измерения и действительным размером детали называется *погрешностью измерения*, а величина этой погрешности характеризует точность, с которой производятся измерения. Погрешность измерения может быть либо положительной, либо отрицательной величиной, т. е. результат измерения может быть больше и может быть меньше действительного размера. Так, например, если при измерении детали, имеющей действительный размер 20 мм, измерительный прибор показывает

19,85 мм, то погрешность измерения будет отрицательная:
 $19,85 - 20,00 = -0,15$ мм.

Чем точнее мы желаем измерить обрабатываемую деталь, тем точнее должен быть измерительный инструмент. Тем не менее нет необходимости всегда пользоваться измерительным инструментом наивысшей точности, так как чем точнее инструмент, тем выше его стоимость, и при длительном и частом употреблении он скорее теряет свою точность. По этой причине для измерений, не требующих особой точности, применяют грубые, менее точные измерительные инструменты и только при весьма точных работах



Фиг. 1. Вид поверхностей, обработанных различными способами:
 а — грубая обточка (увеличено в 75 раз); б — тонкая обточка (увеличено в 400 раз);
 в — шлифование (увеличено в 400 раз).

пользуются точными проверочными и измерительными инструментами и приборами.

Величина погрешности измерения зависит от многих причин, но наиболее существенные из них следующие: 1) неровности и другие недостатки поверхности; 2) температура, при которой производят измерения деталей; 3) неправильное использование инструмента и небрежный уход за ним; 4) конструкция инструмента и погрешности в его изготовлении.

Вид поверхности оказывает большое влияние на точность измерения. Даже чисто обработанная поверхность только невооруженному человеческому глазу кажется ровной и гладкой, а в действительности (фиг. 1) она покрыта выступами и впадинами. Измерительный инструмент в одном случае прилегает к выступам, в другом — к впадинам, и результаты измерения получаются различными. Это лишает уверенности в том, что при измерении инструмент покажет действительный размер детали.



Фиг. 2. Вид поверхности обработанной резцом.

Если обрабатывать какую-либо деталь на строгальном станке резцом, вершина которого закруглена по радиусу 0,4 мм с подачей резца за один его ход, равной 0,4 мм, то высота гребешков, образуемых на поверхности детали (фиг. 2), составит 0,05 мм. При измерении такой детали по вершинам гребешков размер (толщина) будет на $0,05 \times 2 = 0,1$ мм больше размера, измеренного по впадинам. Цифра 0,05 умножается на 2 потому, что гребешки имеются на обеих обработанных поверхностях детали.

При большей подаче размер выступов и впадин увеличивается и, следовательно, возрастает погрешность измерения. Поэтому для уменьшения погрешности измерения, т. е. для получения большей уверенности в правильности размера, указываемого инструментом, измеряемые поверхности должны быть обработаны чисто и точно.

На точность измерения влияет и чистота измеряемой поверхности. Если поверхности детали грязные, покрыты маслом или с них не удалены стружка и заусенцы, то показания инструмента будут неправильными.

На величину погрешностей измерения влияет также температура детали. Из физики известно, что при повышении температуры тела расширяются. Если измерить нагретую деталь, то ее размер будет отличаться от действительного размера остывшей детали. Поэтому рекомендуется выравнивать температуру измеряемой детали до комнатной и только после этого приступать к ее измерению.

Так как различные тела, в зависимости от их материала и формы, расширяются по-разному, по-разному расширяются изделие и измеряющий его инструмент.

Поэтому для уничтожения тепловых погрешностей проверку размеров следует производить при определенной, стандартной температуре. Такой стандартной температурой считается температура $+20^{\circ}$ Цельсия ($+20^{\circ}\text{C}$).

При неправильном использовании и небрежном обращении измерительный инструмент быстро теряет точность, отчего погрешности измерения увеличиваются. Поэтому измерительный инструмент требует бережного обращения с ним: его нельзя бросать на станок; измерение нужно производить осторожно, без нажимов и ударов; после работы рабочие поверхности протирать и смазывать маслом или вазелином, чтобы они не покрывались ржавчиной. Хранить измерительный инструмент надо в специальных футлярах, а не в общем ящике с остальными инструментами.

Погрешности измерения могут быть уменьшены многократным измерением размера. Для этой цели деталь измеряют тем же самым инструментом, несколько раз в одном и том же месте. Результаты измерения складываются и делятся на число произведенных замеров; полученное среднее арифметическое и представляет собой более точную величину действительного размера детали.

Например, если при трех измерениях детали получены такие результаты: первое измерение 40,08 мм; второе 40,06 мм; третье 40,09 мм, то среднее арифметическое будет равно:

$$\frac{40,08+40,06+40,09}{3} = \frac{120,23}{3} = 40,077 \text{ мм.}$$

Величина 40,077 мм более близка к действительному размеру детали, чем каждое из этих трех измерений, взятое в отдельности.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИБОРОВ

В настоящей главе рассматриваются только те измерительные инструменты и приборы, которые служат средствами измерения и контроля размеров, формы, положения и чистоты поверхностей.

До последнего времени единой системы классификации измерительных инструментов и приспособлений, т. е. разделения их на группы, подгруппы, виды, разновидности и типы, не существовало.

Имеющиеся в настоящее время ГОСТ 5446-50 и 5453-50 классифицируют наравне с другими группами инструмента также все виды измерительных инструментов и приборов.

ГОСТ 5446-50 и 5453-50 делят группу измерительных инструментов и приборов по их конструкции и назначению.

Согласно этому ГОСТ группа измерительных инструментов делится на следующие подгруппы:

- 1) калибры гладкие;
- 2) калибры резьбовые;
- 3) калибры комплексные и профильные;
- 4) меры и проверочный инструмент;
- 5) приборы, инструмент и приспособления нониусные;
- 6) приборы, инструмент и приспособления механические;
- 7) приборы и приспособления оптикомеханические и электро-механические;
- 8) пневматические приборы и приспособления.

Первые три подгруппы описываются в настоящей главе не будут, так как представляют инструмент особого рода, о котором будет рассказано отдельно.

Остальные пять подгрупп охватывают различные виды инструментов и приборов, носящих название универсальных, и являющихся предметом содержания данной главы.

Универсальными приборами считаются такие приборы, которыми производят измерение не одного, а многих разнообразных размеров.

Пять подгрупп универсальных инструментов делятся в свою очередь на виды.

Подгруппа мер и проверочного инструмента охватывает следующие виды инструмента: масштабные линейки, метры, рулетки, циркули, угловые меры, концевые меры длины, угольники, синусные линейки, щупы, образцы чистоты поверхностей, лекальные линейки и многие другие.

Подгруппа нониусных приборов, инструментов и приспособлений включает в себя: штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы, микрометры, угломеры, уровни, штангензубомеры и т. п. инструменты.

В подгруппу механических приборов, инструментов и приспособлений входят часовые и рычажные индикаторы, рычажные

микрометры и скобы, глубиномеры, нутромеры и шагомеры индикаторные, миниметры и другие.

Подгруппу оптико-механических и электро-механических приборов составляют оптиметры и оптометры, проекторы, оптические угломеры, оптические делительные головки, микроскопы, интерферометры, электроконтактные и некоторые другие приборы.

Последнюю подгруппу составляют различные приборы, использующие энергию сжатого воздуха.

Кроме такой общей классификации измерительные инструменты делятся на два типа, в зависимости от того, измеряют ли они непосредственно нужный размер или только определяют разницу между размером изделия и каким-либо другим, заранее известным размером.

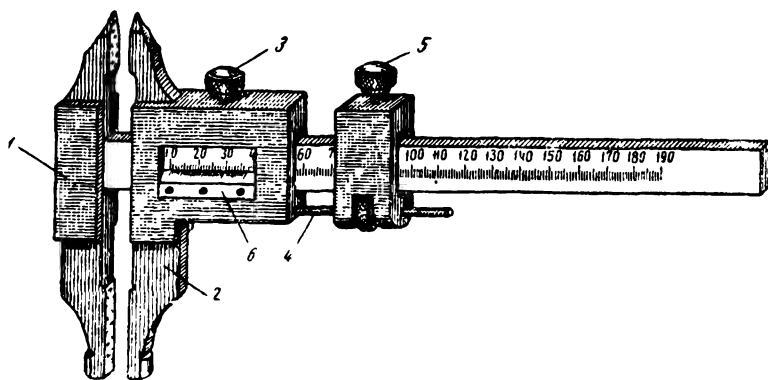
Первые называются приборами для *абсолютных* или *непосредственных* измерений, вторые — приборами для *относительных* или *сравнительных* измерений.

Рассмотрим некоторые, наиболее точные универсальные измерительные инструменты и приборы, распространенные в лекальном производстве в порядке возрастания их сложности и точности измерений, производимых ими.

Большинство инструментов, применяемых лекальщиками, позволяет производить измерения с точностью, начинающейся от 0,02 мм и доходящей до десятых долей микрона.

3. ШТАНГЕНЦИРКУЛИ

Штангенциркуль — представитель подгруппы нониусных инструментов. Его назначение — измерять наружные и внутренние линейные размеры и диаметры изделия.



Фиг. 3. Штангенциркуль:

1 — штанга с губками; 2 — рамка с губками; 3 — зажим рамки; 4 — микрометрическая подача рамки; 5 — зажим микрометрической подачи; 6 — нониус.

Штангенциркуль (фиг. 3) состоит из следующих основных частей: 1 — штанга с губками, 2 — рамка с губками, 3 — зажим

рамки, 4 — микрометрическая подача рамки, 5 — зажим микрометрической подачи, 6 — нониус.

Рамка 2 свободно перемещается по штанге и может быть неподвижно закреплена на ней в нужном положении зажимом 3. На штанге нанесены миллиметровые или полумиллиметровые деления, подобные делениям масштабной линейки. На боковой стороне рамки 2 сделан вырез, через который видны деления штанги. Здесь прикрепляется или наносится прямо на рамке нониус 6.

Нониусом называется вспомогательная штриховая шкала измерительного инструмента, позволяющая отсчитывать трудно-различимые невооруженным глазом доли целых делений основной шкалы этого инструмента.

Нулевое деление нониуса при соприкосновении губок штангенциркуля с измеряемым изделием показывает его размер. Если нулевое деление нониуса точно остановится на делении штанги, то размер изделия равен соответствующему целому числу миллиметров.

Измерение штангенциркулем производится следующим образом. Рамка штангенциркуля перемещается вручную так, чтобы его губки вошли в соприкосновение с изделием. Затем хомутик микрометрической подачи рамки закрепляется на штанге и при помощи винта и гайки микрометрической подачи рамка подводится до тех пор, пока губки штангенциркуля не будут плавно и без зазора проходить по измеряемым плоскостям изделия. После этого зажимом 3 укрепляют рамку и вновь проверяют, как входит изделие между губками инструмента, а затем отсчитывают размер, показываемый инструментом.

Как производится отсчет полученного размера?

Если нулевое деление нониуса расположено точно против деления штанги, то размер равен целому числу миллиметров, соответствующему числу делений штанги. Если нулевое деление нониуса покажет не целое число миллиметров, то для отсчета размера используют шкалу нониуса.

У штангенциркуля, измеряющего с точностью до 0,1 мм, общая длина шкалы нониуса равна 9 мм и разделена на десять равных частей. Таким образом, каждое деление нониуса равно 0,9 мм.

Если рамка штангенциркуля сдвинута вправо так, что первый штрих нониуса совпадает с первым штрихом штанги, то расстояние между губками инструмента будет равно разнице между длиной одного деления штанги и одного деления нониуса (фиг. 4, а), т. е. $1 - 0,9 = 0,1$ мм. Если передвигать рамку до совпадения второго деления нониуса со вторым делением штанги, расстояние между губками будет равно:

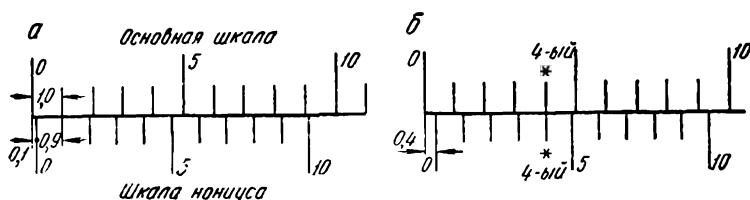
$$2 \times 1 - 2 \times 0,9 = 2 - 1,8 = 0,2 \text{ мм.}$$

Точно так же, если совместить четвертые деления штанги и нониуса (фиг. 4, б), то расстояние будет равно:

$$4 \times 1 - 4 \times 0,9 = 4 - 3,6 = 0,4 \text{ мм.}$$

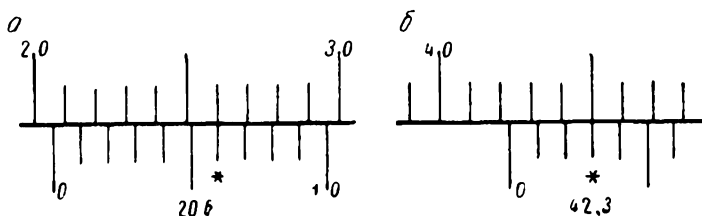
Отсюда следует, что если нулевое деление нониуса не совпадет с делением штанги, то количество десятых долей миллиметра, входящих в измеряемый размер, определяется порядковым номером того деления шкалы нониуса, которое совпадает с каким-либо делением штанги.

Это правило действительно не только тогда, когда нулевое деление нониуса располагается до первого деления штанги, но и в том случае, если оно прошло дальше первого деления. В этом случае расстояние между губками штангенциркуля, т. е. измеренный



Фиг. 4. Устройство нониуса.

размер изделия, определяется как сумма целого числа миллиметров, расположенных до нулевого деления нониуса, и десятых долей миллиметра, отсчитываемых по указанному выше правилу (фиг. 5, а и б).



Фиг. 5. Пример отсчета по штангенциркулю с точностью 0,1 мм.

Следовательно, чтобы определить размер, показываемый штангенциркулем, необходимо:

- 1) установить, какое деление штанги прошло нулевое деление нониуса;
- 2) установить, какое деление нониуса точно совпадает с делением штанги;
- 3) сложить результаты этих двух наблюдений.

Мы рассмотрели устройство нониуса с точностью отсчета 0,1 мм, тогда как штангенциркули изготавливаются с точностью отсчета 0,1; 0,05 и 0,02 мм.

У штангенциркуля с точностью отсчета 0,05 мм нониус имеет не десять, а двадцать делений на длине 19 мм, и количество дробных долей миллиметра в измеряемом размере равно соответствующему числу делений нониуса, умноженному на 0,05 мм.

У штангенциркуля с точностью отсчета 0,02 мм нониус имеет двадцать пять делений, из которых каждое принимается за два деления, поэтому и цифры на нем обозначают 0, 10, 20, 30, 40 и 50 делений. Все эти деления расположены на длине 12 мм, т. е. каждое деление равно:

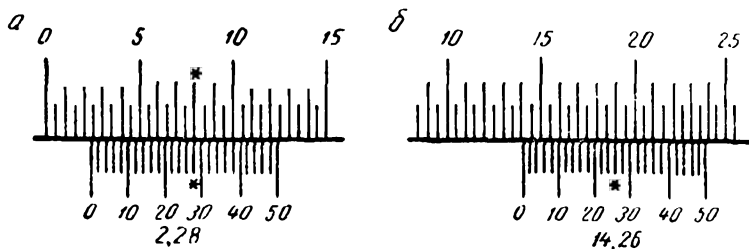
$$\frac{12}{25} = \frac{48}{100} = 0,48 \text{ мм.}$$

Каждое деление такого штангенциркуля отнесено не к целому миллиметру, а к половине его, поэтому деления на штанге нанесены через каждые 0,5 мм. Вследствие этого в момент совпадения первого деления нониуса с первым делением штанги расстояние между губками штангенциркуля равно:

$$0,5 - 0,48 = 0,02 \text{ мм}$$

На фиг. 6, а и б приведены примеры отсчета по такому штангенциркулю.

Штангенциркулем можно измерять не только наружные, но и внутренние размеры, используя наружные поверхности губок.



Фиг. 6. Примеры отсчета по штангенциркулю с точностью 0,02 мм.

Наибольшая ширина сдвинутых губок у одних штангенциркулей равна 8 мм, у других 10 мм. Однако такие размеры бывают только у новых штангенциркулей. У штангенциркулей, бывших в ремонте, этот размер меньше и может быть не равен целому числу миллиметров. Действительный размер ширины сдвинутых губок маркируется обычно на боковых гранях и учитывается при измерении.

Штангенциркулем можно измерять только такие отверстия, диаметр которых больше чем ширина его губок.

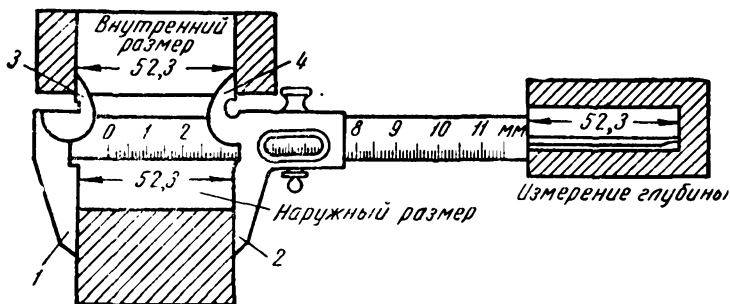
При измерении внутренних размеров необходимо к размеру, отсчитанному по штангенциркулю, добавлять фактический размер ширины его губок. Например, ширина губок равна 9,98 мм, а размер, указанный штангенциркулем, равен 25,86 мм; размер отверстия будет: $25,86 + 9,98 = 35,84 \text{ мм}$.

ГОСТ 166-41 установлены следующие размеры штангенциркулей: 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 мм.

Размером штангенциркуля считается наибольший размер, который может быть им измерен. Обычно этот размер равен порядковому номеру последнего миллиметрового деления штанги.

Применение штангенциркуля для измерения наружных диаметров ограничивается длиной его губок, так как для измерения диаметра в любом месте изделия необходимо, чтобы длина губок была больше половины измеряемого диаметра. Обычно длина губок штангенциркуля невелика; например, у штангенциркулей размером 100, 125 и 150 мм, она равна 35—40 мм, у штангенциркулей размером 800 и 1000 мм равна 80—90 мм.

Для грубых измерений в мастерских применяется штангенциркуль облегченного типа (фиг. 7). Его длинные губки 1 и 2 служат для измерения длин и наружных диаметров, короткие губки 3 и 4 — для измерения диаметров отверстий. Соединенный с рамкой стержень может быть использован для измерения глубины.



Фиг. 7. Штангенциркуль облегченного типа.

Точность отсчета по его нониусу равна 0,1 мм. Наибольший измеряемый размер равен 125 мм.

Этот штангенциркуль устроен таким образом, что размеры, показываемые длинными и короткими губками, при неизменном положении рамки одинаковы. Это удобно при переносе размера с одной детали на другую, например, при пригонке шпонки к пазу или вала к подшипнику и т. д.

Перед измерением штангенциркуль проверяется наружным осмотром. При этом измерительные поверхности губок должны быть ровными, без искривлений и забоин. Чтобы убедиться в этом, губки сдвигают до полного соприкосновения друг с другом, причем измерительные поверхности губок должны плотно прилегать друг к другу и между ними не должно быть просвета, а нулевое деление нониуса должно совпадать с нулевым делением штанги.

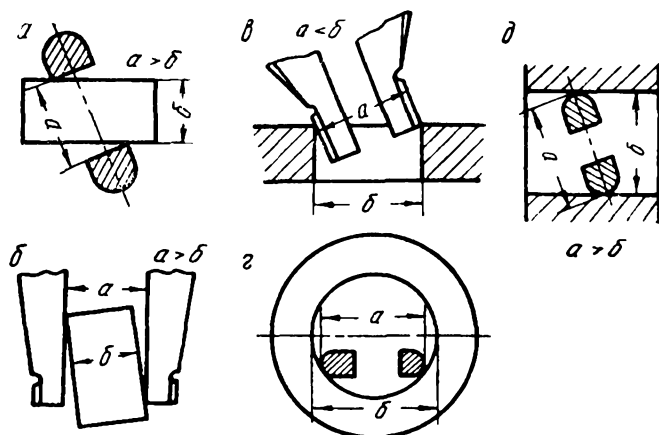
Затем проверяется плавность движения рамки и ее микрометрической подачи. Рамка не должна заедать, шататься при движении перекашиваться и смещаться при зажатии. Если при закреплении рамки изменяется размер, показываемый штангенциркулем, то последний не может быть признан годным к работе.

Для получения правильных результатов измерения нужно следить за правильной установкой штангенциркуля относительно изделия.

При обмере цилиндрического изделия губки штангенциркуля не должны перекашиваться и должны располагаться в плоскости, перпендикулярной оси изделия. При перекосе губок штангенциркуля результат измерения будет больше фактического размера (фиг. 8, а и б).

При измерении отверстий губки могут быть установлены по диаметру отверстия или же в плоскости, наклонной к оси изделия (фиг. 8, в и г). В первом и во втором случае результат измерения будет меньше фактического размера детали. При измерении пазов следует штангенциркуль устанавливать без перекоса (фиг. 8, д).

На правильность показаний штангенциркуля влияет и сила натяга между инструментом и измеряемым изделием: при слиш-



Фиг. 8. Примеры неправильной установки штангенциркуля.

ком тугом ходе инструмента измеренный размер меньше действительного.

Все это говорит о том, что работа с штангенциркулем требует от рабочего большого навыка и внимания.

При соблюдении указанных выше правил погрешности измерения штангенциркулем будут, главным образом, зависеть только от точности отсчета по нониусу и от погрешности штангенциркуля. Эти погрешности будут равны для штангенциркулей с точностью отсчета $0,02 \text{ мм}$ от $\pm 0,04$ до $\pm 0,07 \text{ мм}$; для штангенциркулей с точностью отсчета $0,05 \text{ мм}$ около $\pm 0,1 \text{ мм}$.

Штангенглубиномеры

Штангенглубиномеры (фиг. 9) также относятся к нониусным инструментам и применяются для измерения глубины несквозных отверстий, выточек, различных канавок, уступов и т. д.

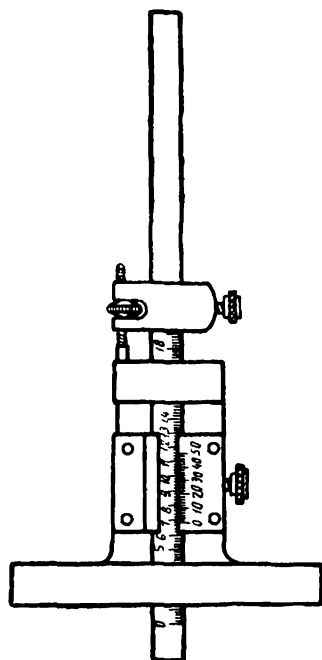
Они во многом напоминают штангенциркули и отличаются главным образом тем, что их штанга несколько уже и не имеет

губок. При совпадении нулевых делений нониуса и штанги измерительный торец штанги должен находиться в одной плоскости с рабочей поверхностью рамки штангенглубиномера.

Подобно штангенциркулю размером штангенглубиномера считается наибольший измеряемый им размер. В соответствии с ГОСТ 162-41 они изготавливаются следующих размеров: 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400 и 500 мм. Точность отсчета по нониусу равна 0,1, 0,05 и 0,02 мм.

Измерение глубиномером сводится к следующему. Перед измерением ослабляется рамка и хомутик микрометрической подачи, а затем штанга выдвигается на длину, большую длины измеряемого размера на 1—2 мм. После этого закрепляется хомутик. Затем выступающий конец штанги вводится в измеряемое изделие и при помощи микрометрической подачи рамка подводится к изделию до тех пор, пока поперечная линейка рамки не ляжет на поверхность изделия. После этого вынимают глубиномер из изделия и при помощи нониуса отсчитывают измеренную глубину.

Способы проверки и ухода за этим инструментом такие же, как и за штангенциркулем.



Фиг. 9. Штангенглубиномер.

4. МИКРОМЕТРЫ

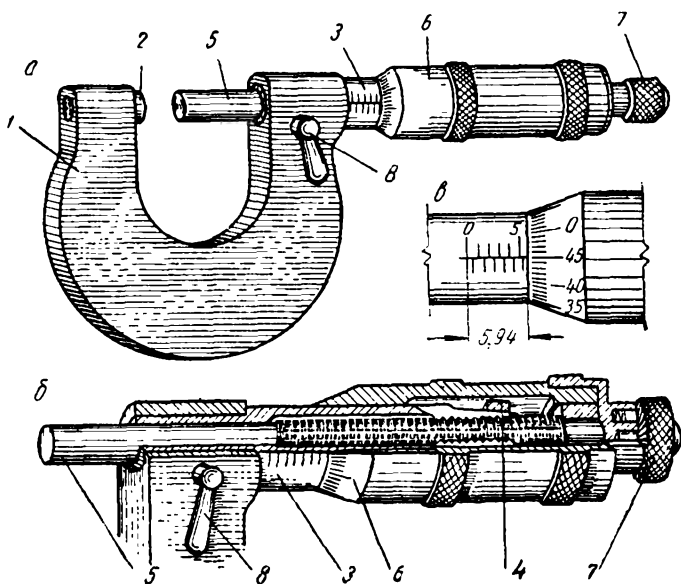
Благодаря точности и простоте процесса измерения микрометры широко применяют в лекальном деле.

Микрометры также относятся к подгруппе нониусных инструментов. Скоба или корпус микрометра 1 (фиг. 10, а), имеет с одной стороны неподвижную пятку 2, образующую одну измерительную плоскость, а с другой стороны — трубку 3, называемую стеблем микрометра. Внутри стебля нарезана резьба (фиг. 10, б), в которой движется измерительный шпindel 5, заканчивающийся второй измерительной плоскостью.

По мере износа нарезанная часть стебля может стягиваться гайкой 4. Стебель микрометра неподвижен, а вращается и продольно перемещается винт (шпindel микрометра). Измерительный шпindel неподвижно соединен с барабаном 6, охватывающим стебель 3. На стебле нанесены деления. Их разделяет продольная черта, указывающая сотые доли миллиметра размера изделия. Над этой чертой нанесены деления, указывающие миллиметры, под ней — полумиллиметровые деления. Кониче-

ская часть барабана разделена на пятьдесят равных делений, а шаг микрометрического винта равен 0,5 мм. Поэтому при повороте на одно деление барабана он совершает продольное перемещение, равное $0,5 : 50 = 0,01$ мм.

У исправного микрометра при сомкнутых измерительных плоскостях продольная черта на стебле совпадает с нулевым делением на барабане. Если образовать просвет между измерительными плоскостями, то край барабана и продольная риска стебля укажут его величину. Число целых миллиметров и половин определяется числом делений стебля, не закрытых барабаном; сотые



Фиг. 10. Устройство микрометра:

а — общий вид; *б* — разрез по барабану; *в* — пример отсчета; 1 — скоба или корпус; 2 — неподвижная пятка; 3 — стебель; 4 — регулировочная гайка; 5 — измерительный шпindel; 6 — барабан; 7 — трещотка; 8 — стопор.

доли миллиметра отсчитываются на круговой шкале барабана по делению, приходящемуся против продольной черты стебля.

На фиг. 10, *в* видно, что срез барабана отошел от нулевого деления на пять с лишним миллиметров. В этот излишек входит 0,5 мм или сотые доли миллиметра. Так как с продольной чертой стебля совпадает сорок четвертое деление барабана, то размер, показанный микрометром, будет равен: $5 + 0,5 + 0,44 = 5,94$ мм.

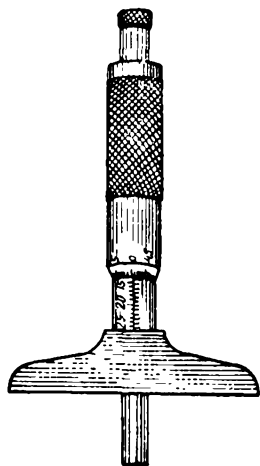
Чтобы давление измерительных плоскостей микрометра на деталь не влияло на точность измерения, шпindel перемещают при помощи трещотки 7, позволяющей передавать строго определенное давление шпинделя.

Когда это давление достигнуто, трещотка проскальзывает и поступательное движение шпинделя прекращается.

Для закрепления измерительных плоскостей в нужном положении служит стопор 8.

Микрометры изготавливаются для измерения размеров от 0 до 25, от 25 до 50, от 50 до 75, от 75 до 100 и так далее до 500 и даже более миллиметров.

Установка и проверка правильности исходного положения микрометров производится при помощи контрольных шайб или стихмасов, прилагаемых к микрометрам. Точность отсчета по микрометру, обычно равная 0,01 мм, может быть повышена до 0,005 мм при измерении сравнительным или, как говорят, относительным методом (установкой микрометра на заданный размер по блокам концевых мер).



Фиг. 11. Микрометрический глубиномер.

Микрометрический глубиномер

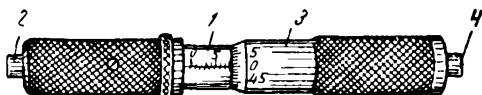
Микрометрические глубиномеры представляют собой инструменты для измерения глубин и высот, похожие на обычные микрометры.

Микрометрический глубиномер (фиг. 11) состоит из подвижной части микрометра, снабженной вместо скобы опорной линейкой. Предел измерения микрометрического глубиномера равен 25 мм.

В последнее время микрометрические глубиномеры изготавливаются со сменными наконечниками, позволяющими изменять пределы измерения глубиномерами.

Микрометрический стихмас

Микрометрический стихмас (фиг. 12) состоит из стебля 1 с неподвижным сферическим наконечником 2, барабана 3 и измерительного шпинделя со сферическим наконечником 4. Измерительный шпиндель неподвижно укреплён в барабане.



Фиг. 12. Микрометрический стихмас:
1 — стебель; 2 — сферический наконечник;
3 — барабан; 4 — измерительный шпиндель;
5 — сферический наконечник.

Прилагаемые к микрометрическому стихмасу удлинители увеличивают пределы измерения с 25 до 350 или до 850 мм. Таким образом, наборы микрометрических стихмасов и их удлинителей дают возможность производить измерения от 50 до 400 мм и от 50 до 900 мм.

При пользовании любым микрометрическим инструментом необходимо:

1. Измерительные плоскости и измеряемые поверхности очищать от грязи и пыли и насухо вытирать полотенцем или чистой тряпкой перед тем, как начинать измерение.

2. Обязательно проверять и устанавливать на нулевое деление микрометр перед измерением, для чего нужно плотно свести измерительные плоскости при помощи трещотки до полного соприкосновения друг с другом или с блоком концевых мер соответствующего размера и затормозить шпиндель. Затем ключом освободить гайку и повернуть барабан до совпадения нулевой риски с продольной риской стебля. Закрепив гайку, вновь проверить правильность нулевого показания микрометра.

3. Для определения размера помещать деталь между пяткой и шпинделем. Зажимать ее вращением трещотки, избегая перекоса и, легко покачивая, вновь медленно поворачивать трещотку до проскальзывания, затем закрепить шпиндель стопором и произвести отсчет показаний.

4. Измерение производить только при нормальной температуре ($+20^{\circ}\text{C}$) или в крайнем случае выравнивать температуру детали и инструмента. Во избежание нагрева последнего лучше закреплять микрометр в специальной стойке, а не держать в руке.

5. Не передвигать шпиндель путем вращения скобы и при зажатом стопоре.

6. Окончательную установку микрометра на размер производить только движением измерительного шпинделя вперед.

7. При пользовании микрометром как скобой (с предварительной установкой его на размер) рекомендуется устанавливать его по блокам концевых мер, а не по шкалам, и проводить через деталь без усилий.

8. После работы необходимо тщательно промыть микрометр в авиационном бензине, смазать вазелином, измерительные поверхности отделить друг от друга, опустив стопор, после этого уложить в футляр и хранить в сухом месте.

5. МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

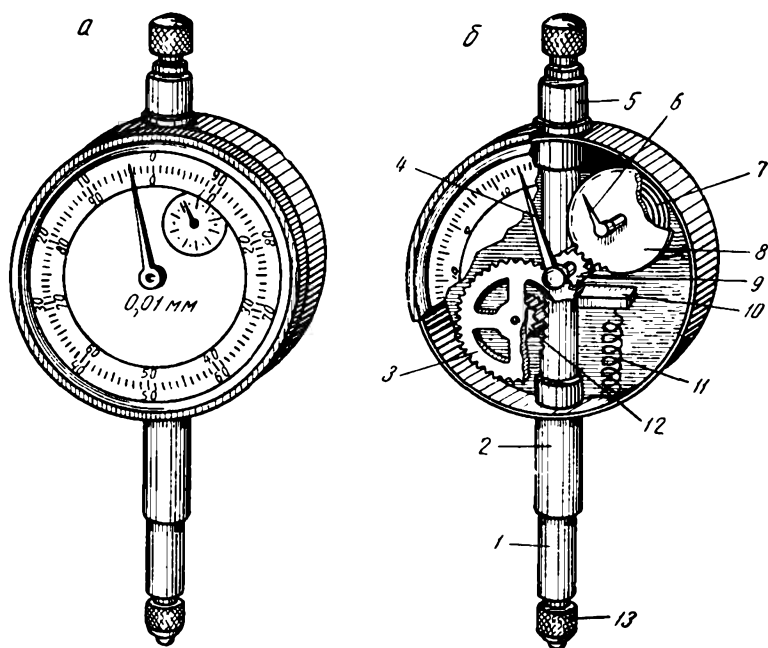
Механическими измерительными инструментами и приборами называются инструменты для относительных измерений, передающие при помощи стрелки в увеличенном виде изменения в размерах на шкалу инструмента. Увеличение измеряемых отклонений производится при помощи зубчатых и рычажных механизмов. К таким инструментам относятся: индикатор часового типа, рычажный индикатор, индикаторный нутромер, рычажный микрометр, миниметр и некоторые другие инструменты.

Индикатор часового типа

Индикатор часового типа, представляя собой механический измерительный инструмент, действующий при помощи зубчатого механизма, имеет две шкалы (фиг. 13, а) и обычно измеряет от-

клонения от размеров, не превышающие одного миллиметра. Его большая шкала разделена на сто частей, причем каждая часть равна одной сотой доле миллиметра (0,01 мм). Малая шкала дает возможность отсчитывать размеры до пяти, семи, десяти миллиметров, в зависимости от конструкции индикатора. Установка шкалы индикатора в нулевое положение достигается вращением наружной накатанной обоймы от руки.

В распространенной конструкции индикатора (фиг. 13) через весь индикатор во втулках 2 и 5 проходит измерительный



Фиг. 13. Индикатор часового типа:

a — внешний вид; *б* — внутреннее устройство; 1 — измерительный штифт; 2 и 5 — втулки; 3 — шестерня; 4 — стрелка; 6 — малая стрелка; 7 — пружина; 8 — шестерня; 9 — шестеренка; 10 — планка; 11 — пружина; 12 — шестерня; 13 — наконечник.

штифт 1 с зубчатой рейкой, нарезанной на его цилиндрической поверхности. В нижний конец штифта устанавливается наконечник 13 с запрессованным в него закаленным шариком, служащим измерительной поверхностью. Зубчатая рейка штифта соединяется с шестерней 12. На одной оси с ней сидит большая шестерня 3, приводящая в движение шестеренку 9. Шестеренка 9 несет на своей оси стрелку 4, показывающую перемещение измерительного штифта индикатора в сотых долях миллиметра.

Большая шестерня 8 имеет на своей оси малую стрелку 6, показывающую перемещение измерительного штифта индикато-

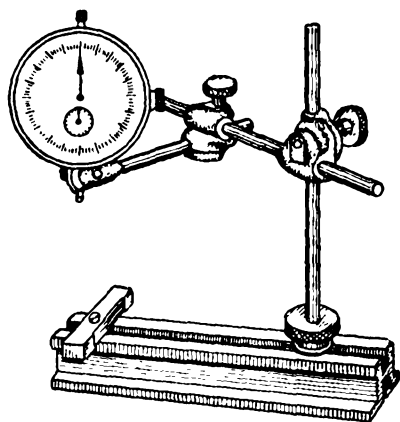
ра в миллиметрах. Мертвый ход в узлах индикатора устраняется пружиной 7, поворачивающей ось зубчатого колеса 8 всегда в одном и том же направлении.

Нажим штифта на измеряемую поверхность осуществляет направляющей планкой 10 и действующей на нее пружиной 11.

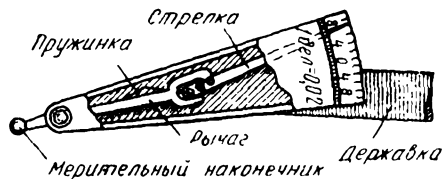
Индикаторы изготавливаются трех классов точности: нулевой класс дает погрешности измерения при одном полном обороте стрелки, равные $\pm 0,01—0,03$; первый $\pm 0,015$, а второй $\pm 0,020—0,025$ мм.

Не следует пользоваться индикатором с разбегом стрелки выше одного миллиметра, так как это снижает точность измерения. При пользовании только частью шкалы индикатора может быть достигнута более высокая точность.

Для производства измерений индикатор укрепляют на измерительном столике или в универсальной стойке (фиг. 14) и дают измерительному штифту



Фиг. 14. Индикаторная стойка.



Фиг. 15. Индикатор рычажного типа.

натяжение, позволяющее производить измерения близ середины общего предела измерения индикатора.

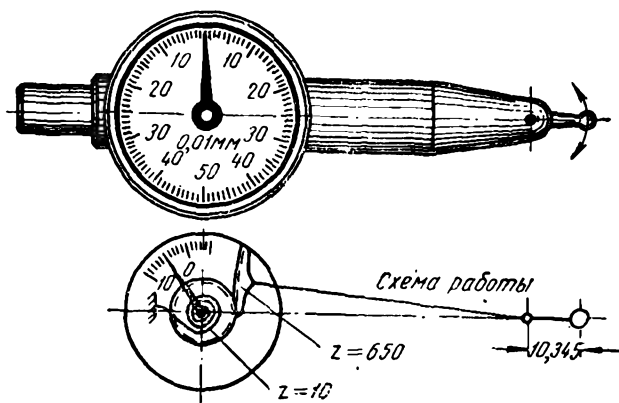
Небрежность в пользовании индикатором, излишнее и резкое перемещение штифта, удары об изделие, боковое давление на штифт при измерении, попадание наждачной пыли в механизм быстро приводят индикатор в негодность. Измерительный штифт индикатора не следует смазывать, так как смазка способствует скоплению грязи внутри механизма.

Хранят часовой индикатор в футляре в сухом и теплом месте; индикатор должен быть очищен от грязи и пыли.

Широко распространены и другие типы индикаторов — индикатор рычажного типа (фиг. 15) с пределом измерения до $\pm 0,1$ мм, и рычажно-зубчатого типа с пределом измерения $\pm 0,5$ мм (фиг. 16).

Индикаторы рычажного типа имеют малые габаритные размеры и приспособлены для передачи боковых давлений. Это делает их незаменимыми при определении отклонений в труднодо-

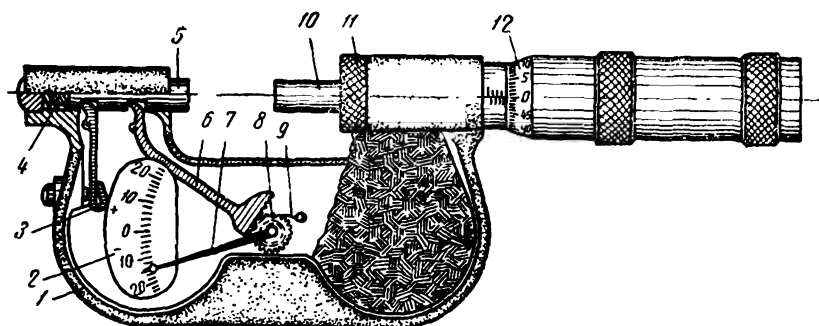
ступных местах или при измерении расстояний между отверстиями изделия (расстояния от боковой стенки одного отверстия до боковой стенки другого отверстия).



Фиг. 16. Рычажно-зубчатый индикатор.

Рычажный микрометр

Микрометр-индикатор или рычажный микрометр (фиг. 17) представляет собой микрометр, в скобу 1 которого вделано рычажное индикаторное устройство.



Фиг. 17. Рычажный микрометр (схема):

1 — скоба; 2 — циферблат; 3 — рычаг; 4 — пружина; 5 — пятка; 6 — рычаг с зубчатым сектором; 7 — стрелка; 8 — шестерня; 9 — пружина; 10 — шпиндель; 11 — стопор; 12 — барабан.

Нулевому положению стрелки индикатора 7 должно соответствовать нулевое деление на барабане 12.

Индикаторное устройство служит указателем давления измерительных плоскостей на изделие, т. е. выполняет роль трещотки микрометра. Поэтому при измерениях этим микрометром во всех случаях следует сохранять нулевое положение стрелки.

Как видно из схемы, индикаторное устройство работает следующим образом. Пятка микрометра 5 все время находится под действием пружины 4 и таким образом действует на рычаг индикаторного устройства, отводя его сектор в крайнее положение. Если между рабочими плоскостями микрометра поместить изделие, размер которого несколько больше размера между рабочими плоскостями в свободном состоянии, пятка 5, преодолев усилие пружины 4, переместится влево. В результате этого малое плечо рычага 6, получив свободу, будет повернуто также влево шестерней 8, находящейся под действием пружины 9. Находящаяся на оси этой шестерни стрелка 7 покажет на циферблате 2 перемещение пятки микрометра влево.

Такое устройство позволяет пользоваться микрометром как скобой для определения предельных отклонений, устанавливая его шпindel 10 на нужный размер по концевым мерам при нулевом положении стрелки индикатора. Закрепление шпинделя производится стопором 11. На микрометре имеются два указателя, не показанные на схеме. Оба указателя устанавливаются на величину отклонений и изделие пропускается между измерительными плоскостями. Если стрелка при этом окажется между указателями, то размер детали находится в пределах установленного допуска.

Если нужно узнать фактический размер этого изделия, то к размеру, установленному на шкалах стебля и барабана, следует добавить или вычесть показание индикатора, в зависимости от того, перешла ли стрелка нулевое деление или не дошла до него. При измерении размера между плоскостями, во избежание порчи микрометра, пятку отводят нажимом пальца на кнопку, действующую на рычаг 3.

Рычажным микрометром производят измерения в тысячных долях миллиметра. Отклонения стрелки вправо и влево от нулевого деления возможны в пределах $\pm 0,02$ мм.

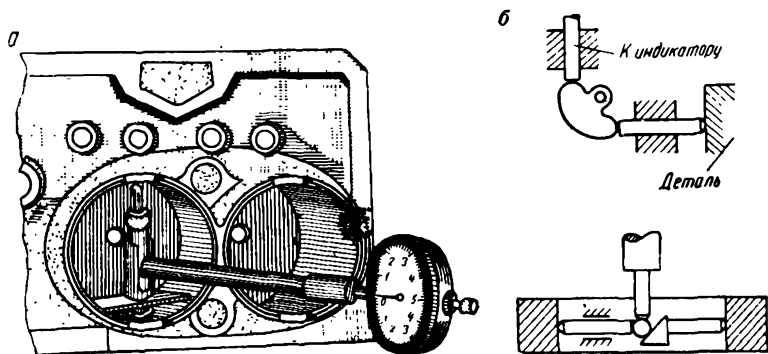
Индикаторный нутромер

При производстве измерений диаметров отверстий используются индикаторы, на нижнюю направляющую втулку которых насаживаются специальные наконечники для превращения бокового (перпендикулярного к оси индикатора) давления в давление, направленное вдоль оси индикатора. Такой прибор называется индикаторным нутромером или прибором для внутренних измерений (фиг. 18, а).

Индикаторным нутромером можно производить измерения, показывающие разницу по сравнению с образцом, т. е. относительные измерения диаметров отверстий и их отклонений от цилиндрической формы, с точностью от 0,01 — 0,015 мм. Настройка такого прибора производится по микрометру.

Конструкция наконечника (колка) представлена на фиг. 18, б. Обычно индикаторный нутромер имеет два колка, один из

которых подвижен и передает изменение размера изделия индикатора через рычаг или наклонную плоскость. Колки, в зависимости от диаметра изделия, сменные.



Фиг. 18. Индикаторный нутромер:
а — общий вид; б — конструкция наконечников.

Индикаторные нутромеры изготавливаются комплектами: каждый комплект позволяет проверять отверстия в одном из следующих пределов: от 6 до 18, от 18 до 35, от 35 до 50, от 50 до 100, от 100 до 160, от 160 до 250 и от 250 до 400 мм.

Миниметр

В лекальном деле часто применяется прибор рычажного типа, называемый миниметром (фиг. 19).

Опоры для стрелки миниметра имеют ножеобразную форму, что дает возможность получить очень маленькое плечо рычага (около 0,1 мм).

Основание стрелки 1 миниметра снабжено двумя U-образными вырезами на нижней и верхней поверхностях. В них сверху упирается неподвижная призма 2, а снизу — верхний конец измерительного штифта 3. Последний, двигаясь вверх, перекашивает основание стрелки и это движение в увеличенном виде передается стрелкой миниметра на шкалу 4.

Перемещение стрелки во столько раз больше перемещения штифта, во сколько раз плечо L больше плеча l .

Шкалы миниметров не имеют нулевых делений и за исходное деление может быть принято любое из двадцати делений, имеющих на головке узкошального миниметра, или любое из шестидесяти делений шкалы широкошального миниметра.

Миниметры изготавливаются с ценой деления 0,01, 0,005, 0,002 и 0,001 мм, что и указывается на их шкале. Цена деления это величина, указывающая чему равно одно деление шкалы прибора.

Разница между наибольшей и наименьшей величиной, которые могут быть измерены на приборе, называется диапазоном

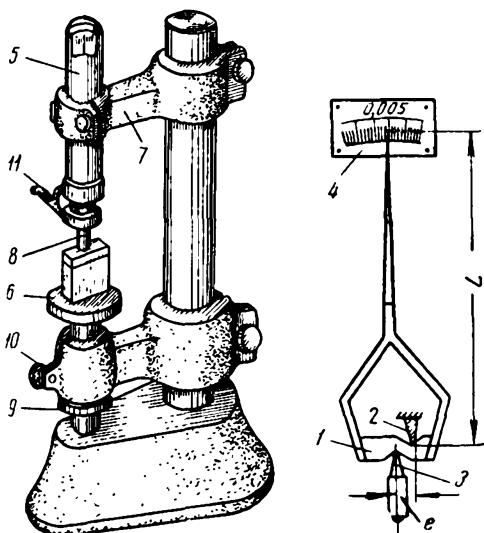
измерения. Диапазон измерения равен произведению цены деления на количество делений. Вполне ясно, что для миниметра этот диапазон невелик, а поэтому для абсолютных измерений, т. е. для непосредственных отсчетов полного размера изделия, использовать миниметр нельзя. Его устанавливают на размер по набору концевых мер и стрелка показывает отклонение размеров проверяемого изделия от образца.

Для проверки плоских и цилиндрических изделий миниметр укрепляют на стойке с плоской измерительной поверхностью. Процесс измерения осуществляется следующим образом. Блок концевых мер кладут на столик 6 стойки миниметра, опускают кронштейн 7 с миниметром 5 до соприкосновения измерительного штифта 8 с блоком концевых мер, после этого жестко закрепляют кронштейн 7. Затем микрометрическим винтом 9 подают столик миниметра кверху до остановки стрелки на нужном делении шкалы и закрепляют столик зажимом 10.

Закончив на этом регулировку прибора, блок удаляют и на измерительный столик кладут проверяемую деталь. При измерении призматических деталей с плоскими поверхностями измерительный штифт приподнимают рычажком 11, чтобы не повредить штифт, и осторожно опускают на проверяемую плоскость.

Цилиндрические детали прокатываются по столику миниметра. Если деталь соответствует блоку концевых мер, стрелка показывает то деление, на которое отрегулирован прибор. Если деталь больше блока, стрелка отойдет вправо; если она меньше, стрелка отклонится влево. Пределы, в которых деталь считается годной, ограничиваются на шкале миниметра особыми указателями.

Измерение миниметром требует осторожности и аккуратности в обращении с прибором, бережного отношения к измерительному штифту, тщательной защиты прибора от пыли и сырости.



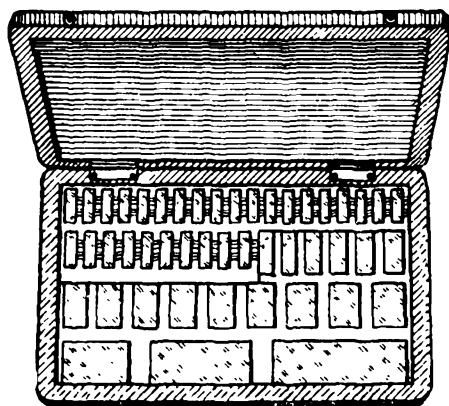
Фиг. 19. Миниметр:

1 — основание стрелки; 2 — неподвижная призма; 3 — измерительный штифт; 4 — шкала; 5 — миниметр; 6 — столик стойки миниметра; 7 — кронштейн; 8 — измерительный штифт; 9 — микрометрический винт; 10 — зажим; 11 — рычажок.

6. КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

Плоскопараллельные концевые меры длины — самое распространенное средство измерения в лекальном деле. Они несравненно точнее конических инструментов и позволяют производить абсолютные измерения любых размеров с точностью до одного микрона.

Плоскопараллельные концевые меры длины изготавливаются в виде прямоугольных металлических брусков (фиг. 20), противоположные стороны которых служат измерительными плоскостями,



Фиг. 20. Набор концевых мер.

ми, а расстояние между ними — измерительным размером. Измерительные плоскости концевых мер имеют размер 30×9 мм; меры, измеряющие размеры свыше десяти миллиметров, имеют размер 35×9 мм.

Чистота и точность измерительных плоскостей концевых мер длины так велика, что будучи соединены друг с другом они настолько сцепляются, что для их разъема требуется усилие, достигающее до ста килограммов. Это свойство сцепления их друг

с другом носит название *притираемости*. Соединение мер в прочные блоки происходит под воздействием сил сцепления между молекулами металла и тончайшей жидкой пленкой жирового вещества, имеющей толщину менее $0,00002$ мм.

Свойство притираемости концевых мер друг к другу (фиг. 21) дает возможность собирать из них любые блоки. Этими блоками можно производить измерения как внутренних, так и наружных размеров с точностью до тысячных долей миллиметра. Концевые меры изготовляют наборами. Наиболее распространены:

1. Набор № 1 из 87 шт., состоящий из плиток (в шт.):

1,005 мм	1
1,01; 1,02; 1,03 и т. д. до 1,49 мм	49
1,6; 1,7; 1,8; 1,9 мм	4
0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 и т. д. до 9,5 мм	19
10; 20; 30 и т. д. до 100 мм	10 с четырьмя защитными плитками

2. Набор № 2 из 42 шт., состоящий из плиток (в шт.):

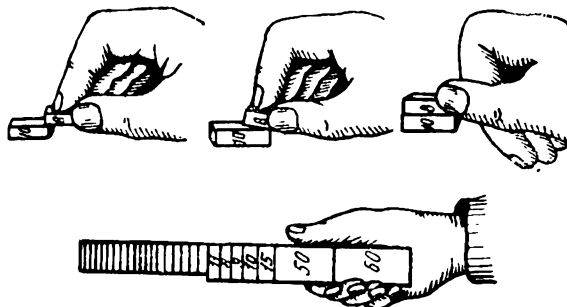
1,005 мм	1
1,01; 1,02; 1,03 и т. д. до 1,09 мм	9
1,1; 1,2; 1,3 и т. д. до 1,9 мм	9
1; 2; 3 и т. д. до 9 мм	9
10; 20; 30 и т. д. до 100 мм	10 с четырьмя защитными плитками

Кроме описанных выше комплектов существуют еще микронные наборы, состоящие из восемнадцати мер: 1,001, 1,002 и т. д. до 1,009; 0,999; 0,998; 0,997 до 0,991 мм. Эти наборы позволяют производить измерения с точностью до 0,001 мм.

Иногда применяют комплекты из восьми больших мер, с помощью которых производят измерение размеров выше 500 мм.

Приведем два примера составления блока концевых мер размером 124,735 мм.

Притирание блока обычно начинается с мер наименьших размеров и ведется с таким расчетом, чтобы после выбора каждой



Фиг. 21. Притираемость концевых мер.

очередной меры подбираемый размер уменьшался по крайней мере на один знак.

Первый блок (из набора № 1)

$$\begin{aligned} 124,735 - 1,005 &= 123,73 \\ 123,73 - 1,23 &= 122,5 \\ 122,5 - 1,5 &= 120 \\ 120 - 40 &= 80 \\ 80 - 80 &= 0 \end{aligned}$$

Второй блок (из набора № 2)

$$\begin{aligned} 124,735 - 1,005 &= 123,73 \\ 123,73 - 1,03 &= 122,7 \\ 122,7 - 1,7 &= 121 \\ 121 - 6 &= 115 \\ 115 - 5 &= 110 \\ 110 - 10 &= 100 \\ 100 - 100 &= 0. \end{aligned}$$

Следовательно, нужный блок будет составлен: 1) из пяти мер набора, имеющего 87 плиток ($1,005 + 1,23 + 2,5 + 40 + 80$); 2) из семи мер набора, имеющего 42 плитки ($1,005 + 1,03 + 1,7 + 6 + 5 + 10 + 100$).

При составлении блока следует стремиться к тому, чтобы использовать наименьшее число плиток.

По точности выполнения размеров и способу измерения плоскопараллельные концевые меры длины согласно ОСТ 85000-39, делятся на пять классов точности (0, 1, 2, 3 и 4) и шесть разрядов (1, 2, 3, 4, 5 и 6).

Класс точности концевых мер характеризуется величиной отклонений размера по длине; непараллельностью рабочих плоскостей и качеством притираемости. Разряд концевых мер — погрешностью, с которой определялся их размер, непараллельностью и также качеством притираемости.

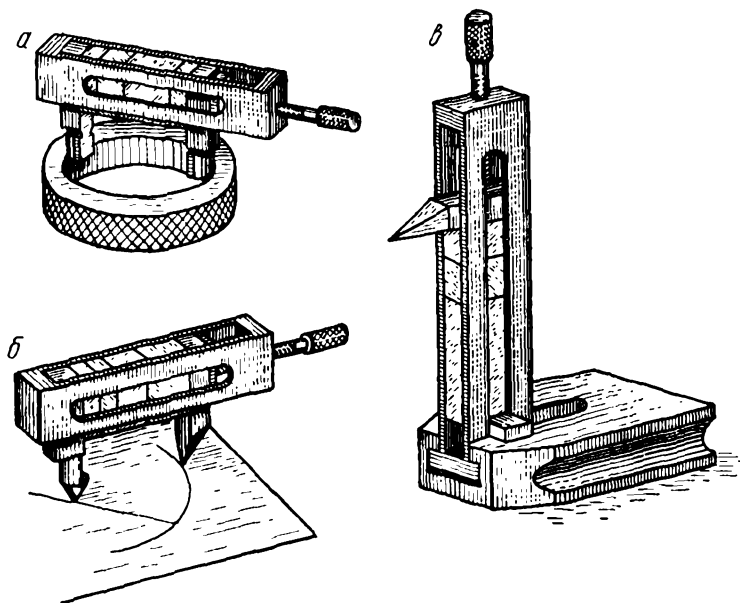
При пользовании концевыми мерами, отнесенными к определенным разрядам, можно производить более точные измерения, несмотря на принадлежность мер к более низкому классу точности, так как имеется возможность учесть при подсчете размера блока фактические отклонения плиток, указанные в аттестате.

Меры высшего класса точности, проверенные приборами, не могут быть отнесены к этому классу точности, если имеют погрешность измерения низшего разряда. Чтобы отнести их к соответствующему классу точности, погрешности измерения не должны превышать:

Для класса 0 погрешностей	второго разряда
» » 1	» третьего »
» » 2	» четвертого » и т. д.

Величины погрешностей классов и разрядов даны по ОСТ 85000-39.

Концевые меры менее точных классов, но соответствующих разрядов, могут быть использованы и для точных работ, но для



Фиг. 22. Принадлежности к концевым мерам:

а — струбцинки с ножками для внутренних измерений; б — струбцинки с центральной ножкой и чертилкой; в — струбцинки с основанием и чертилкой для лекальной пространственной разметки.

этого необходимо знать их действительный размер и внести соответствующие поправки в рассчитанный размер собранного блока мер.

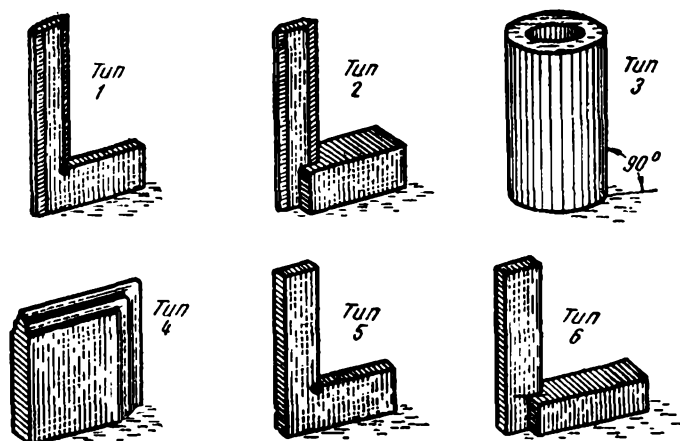
Для удобства работы с блоками концевых мер применяют специальные принадлежности, среди которых имеются специальные

зажимы и ножи, позволяющие расширить область применения мер. Особенно велика роль этих зажимов при работе с грубыми мерами, не дающими прочных блоков. Применение этих принадлежностей ясно из фиг. 22.

Концевые меры, будучи весьма точным инструментом, требуют бережного обращения с ними и хранения. Ими следует пользоваться преимущественно для перенесения с них размера индикаторным инструментом. После окончания работы меры необходимо разложить на свои места в футляр, смазав бескислотным маслом, и хранить в сухом месте.

7. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ УГЛОВ И КОНУСОВ

Для проверки углов, образованных двумя взаимно пересекающимися плоскостями, пользуются угольниками, угловыми универсальными инструментами и калибрами.



Фиг. 23. Типы угольников.

В практике чаще всего встречаются прямые углы (90°) и несколько реже — углы, равные 120° , 60° , 45° , 30° . Остальные углы встречаются редко и их проверяют универсальными инструментами, называемыми угломерами, синусными линейками, угловыми мерами и т. д.

Прямые углы проверяют угольниками. Угольники изготавливаются по ГОСТ 3749-47 шести типов (фиг. 23).

Лекальные угольники (тип 1, 2, 4) отличаются от других угольников тем, что края длинной стороны их скошены с обеих сторон. Скосы дают возможность точнее обработать угольник; таким угольником удобнее определять отклонения в углах проверяемого изделия по методу световой щели, т. е. на просвет.

Простые угольники (тип 5) служат для проверки неточных изделий.

Такие угольники изготавливаются из одного куска материала и имеют обе стороны одинаковой толщины.

Угольники с полкой (аншлажные, тип 2, 6) отличаются от лекальных и простых угольников тем, что короткая сторона их толще длинной. Они предназначены для проверки прямоугольности при установке изделия на проверочной плите. Для этой же цели применяются и цилиндрические угольники (тип 3). Аншлаг или полка придают аншлажным угольникам устойчивость при проверке изделий.

Согласно ГОСТ 3749-47 угольники выпускаются следующих размеров: 50×32 ; 63×40 ; 80×50 ; 100×63 ; 125×80 ; 160×100 ; 200×125 ; 250×160 ; 315×200 ; 400×250 ; 500×315 ; 630×400 ; 800×500 ; 1000×630 ; 1250×800 ; 1600×1000 и 2000×1250 мм.

Все угольники с размером большей стороны до 500 мм изготавливаются из цементируемой стали и подвергаются цементации и закалке, или из инструментальной стали и закаляются до твердости 58—60 единиц по Роквеллу (шкала С).

Существует четыре класса точности угольников: нулевой, первый, второй и третий. Точность изготовления угольников соответственно их классам возрастает как 1; 2; 5; 10. Угольники нулевого класса точности служат для особо точных работ. К этому классу точности чаще всего относятся лекальные угольники. Угольники первого класса применяют для обыкновенных инструментальных работ, второго и третьего классов — для обычных и грубых работ в машиностроении.

Большей частью угольником определяются отклонения изделия на просвет, но иногда для определения величины отклонения пользуются шупами.

Для проверки углов больше или меньше 90° пользуются угловыми калибрами (шаблонами). Еще до настоящего времени в промышленности применяется для сравнения и переноса размеров углов универсальный калибр, называемый малкой. Малка состоит из двух линейек, соединенных винтом. При ослаблении винта линейки могут устанавливаться под нужным углом.

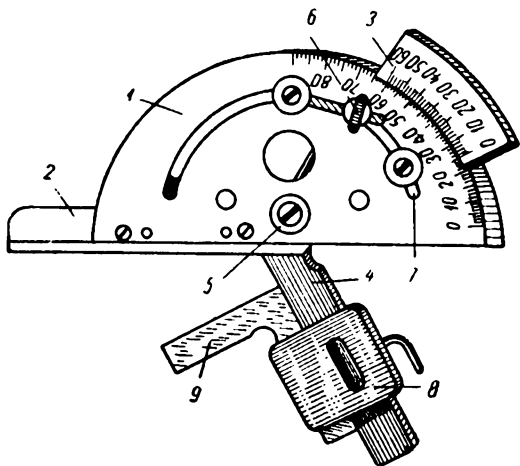
Более совершенными инструментами являются инструменты для абсолютных измерений углов, называемые угломерами.

Угломеры с нониусом служат для измерения и вычерчивания углов при разметке. Угломеры изготавливают двух разновидностей: транспортные и универсальные.

Транспортный угломер завода «Красный инструментальщик» (фиг. 24) состоит из полудиска 1 с прикрепленной к нему неподвижной линейкой 2. К полудиску при помощи оси и зажимного винта 5 прикреплена подвижная линейка 4. В прорези полудиска помещено приспособление для микрометрической подачи подвижной линейки с нониусом 3. При помощи специального хомута 8 к подвижной линейке прикрепляют добавочный угольник 9.

Пользуются транспортным угломером следующим образом.

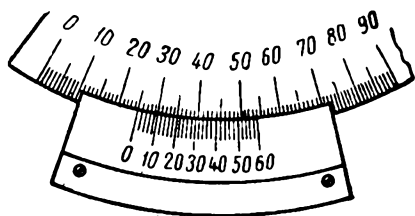
Освобождают при помощи винта 5 подвижную линейку и приблизительно устанавливают на нужный угол по нулевому делению нониуса. После этого закрепляют винт 6 приспособления для микрометрической подачи нониуса и угломер окончательно устанавливают по нониусу при помощи приспособления для микрометрической подачи. После окончательной установки нониуса закрепляют зажимной винт 5. При измерении углов более 90° добавочный угольник 9 с хомутиком 8 удаляются.



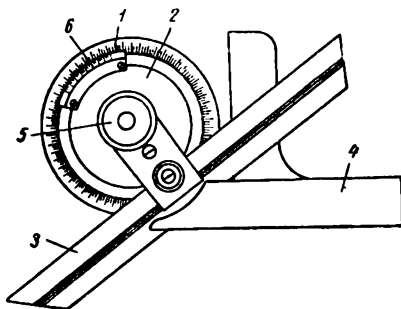
Фиг. 24. Транспортный угломер:

1 — полудиск; 2 — неподвижная линейка; 3 — нониус; 4 — подвижная линейка; 5 и 7 — винты; 6 — винт микрометрической подачи; 8 — хомут; 9 — добавочный угольник.

Отсчет показаний угломера производят по шкале, нанесенной на полудиске, и нониусу. Сначала смотрят, какой штрих шкалы полудиска прошел нулевой штрих нониуса (фиг. 25). Величина угла в градусах равна численному значению этого штриха. Чтобы установить число минут, смотрят, какой штрих нониуса точнее всего совпадает с каким-либо штрихом



Фиг. 25. Нониус угломера.



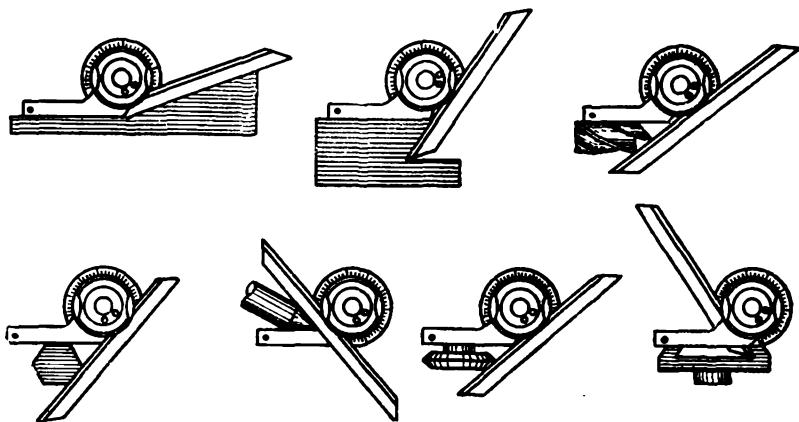
Фиг. 26. Универсальный угломер:

1 и 2 — диски; 3 и 4 — линейки; 5 — гайка; 6 — нониус.

шкалы полудиска. Порядковый номер этого штриха нониуса показывает число минут в измеряемом угле, содержащихся сверх целого числа градусов, определенного ранее.

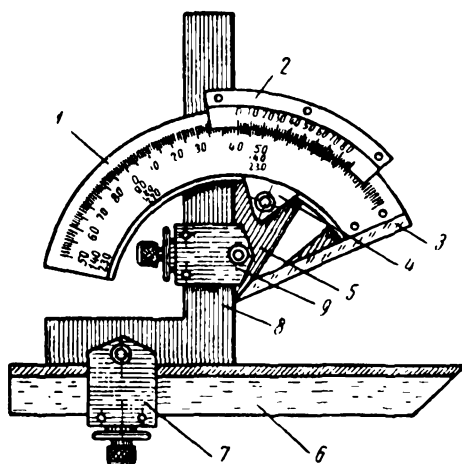
Транспортным угломером можно измерять все углы в пределах от 0 до 180° . Цена деления нониуса такого угломера обычно равна двум минутам.

Универсальный угломер (фиг. 26) в отличие от транспортирного, служит для измерения углов от 0 до 360°. Обычно нониус универсального угломера имеет цену деления пять минут.



Фиг. 27. Примеры применения универсального угломера.

При измерении универсальным угломером поступают следующим образом. Отпускается центральная гайка 5, угломер накладывается на изделие и поворотом дисков 1 и 2 друг относительно друга линейки 3 и 4 устанавливаются до прилегания к поверхности изделия без просвета. Во избежание нарушения замера центральная гайка затягивается и угломер снимается с изделия для производства отсчета.



Фиг. 28. Угломер конструкции Семенова.

Нониус 6 линейки располагаются параллельно друг к другу.

При определении числа минут отсчет ведется по стороне нониуса, лежащей по ходу отсчета. Например, если целое число градусов отсчитывалось по шкале диска справа налево, то отсчет числа минут ведут по делениям, лежащим левее нуля нониуса. Число минут определяют так же, как и на транспортирном угломере. На фиг. 27 показаны примеры применения универсального угломера.

Другая конструкция универсального угломера (угломер Семенова) приведена на фиг. 28. Он состоит из подвижного сектора 1 с закрепленной на нем линейкой 3 и измерительной планки 5, с которой соединен нониус 2. При повороте планки относительно сектора угол между ее гранью и гранью линейки 3 указывается нулевым делением нониуса. Прижим 4 фиксирует положение рабочих граней угломера.

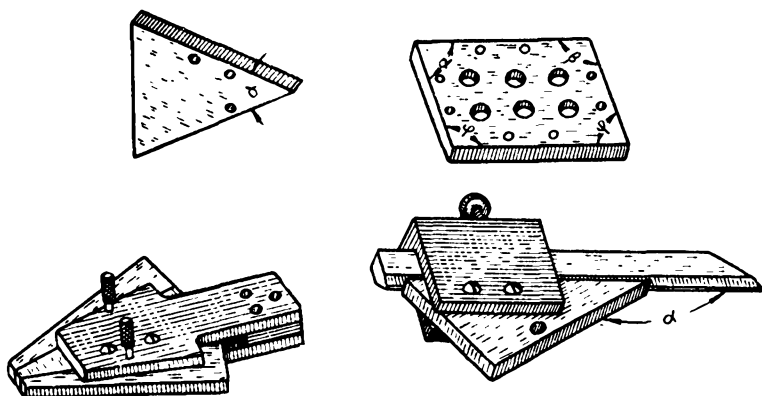
При помощи хомутика 9 к рабочей грани планки закрепляется угольник 8 и при помощи хомутика 7 к угольнику крепится линейка 6. Угольник и линейка увеличивают универсальность угломера и дают возможность производить измерения углов от 0 до 320°.

В изображенном на фиг. 28 положении можно производить измерения углов в пределах от 0 до 50°. Для измерения углов от 140 до 230° необходимо снять линейку. Если вместо угольника установить линейку, то в таком положении угломер позволит проверять углы в пределах от 50 до 140°. При снятых угольнике и линейке производятся измерения углов от 230 до 320°.

8. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ТОЧНОГО ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ

Угловые меры

Угловые меры конструкции Кушникова (фиг. 29), выпускаемые заводом «Калибр», широко используются в лекальном деле



Фиг. 29. Угловые меры и принадлежности к ним.

для измерения углов. Чаще всего они изготавливаются в виде наборов из 34 и 32 плиток. В комплекты этих мер входят треугольные и четырехугольные плитки. Последние имеют четыре разных рабочих угла. Меры имеют отверстия для скрепления их в блоки при помощи специальных державок (принадлежностей).

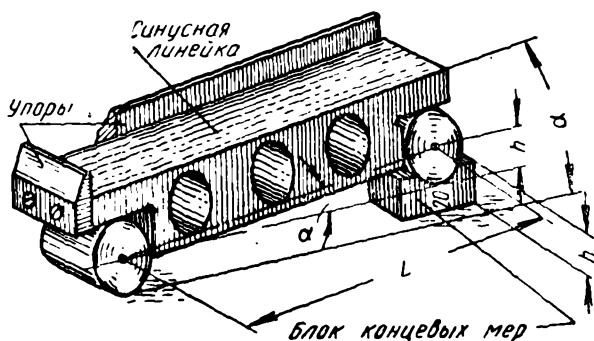
Путем различных комбинаций из угловых мер можно составлять блоки от 10 до 360° почти через каждую минуту. Длина рабочих поверхностей этих блоков равна 70 мм.

Угловые меры изготавливаются двух классов: первый класс с точностью до $\pm 10''$ и второй класс с точностью до $\pm 30''$ (секунд).

Измерение угловыми мерами ведется путем подбора блока, имеющего минимальный просвет между рабочими гранями блока и плоскостями изделия. Точность таких измерений без учета погрешностей угловых мер находится в пределах $15''$.

Синусная линейка

Синусную линейку (фиг. 30) применяют в производстве измерительного инструмента при его изготовлении и контроле. Она состоит из точного прямоугольного бруска и двух одинаковых роликов, укрепленных на определенном расстоянии друг от друга



Фиг. 30. Синусная линейка.

(расстояние между центрами роликов равно 100 или 200 мм). Линия, соединяющая центры роликов, строго параллельна плоскостям линейки. Для удобства в процессе измерения к граням линейки укрепляются упоры.

При установке линейки на угол расстояние между центрами ее роликов является гипотенузой прямоугольного треугольника, а блок концевых мер — противолежащим катетом и, если под ролик синусной линейки подложить разные блоки (см. фиг. 30), то линейка образует с основной плоскостью углы, величина которых определяется из соотношения:

$$\sin \alpha = \frac{h}{L},$$

где h — разница высот блоков концевых мер (противолежащий катет);

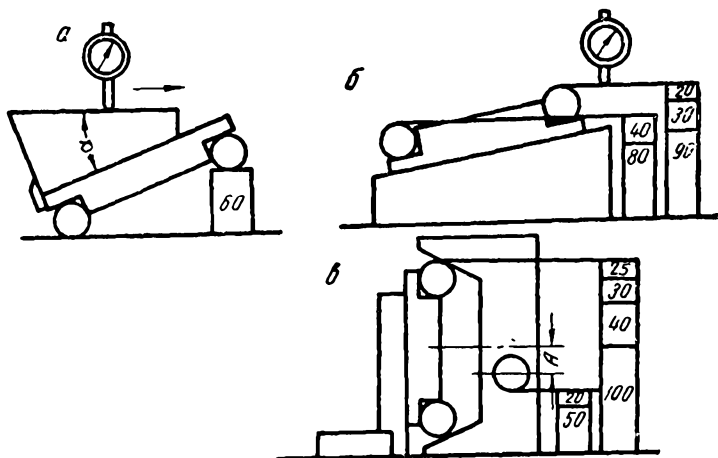
L — расстояние между центрами роликов (гипотенуза).

Если под один из роликов подложить блок мер, равный 56,4 мм и если расстояние между центрами роликов равно 100 мм, то $\sin \alpha = \frac{56,4}{100} = 0,564$, т. е. угол наклона линейки будет равен $34^\circ 20'$.

Если же, например, плоскость линейки необходимо поставить под углом $40^{\circ}40'$, то под ролик подкладывают блок мер, равный:

$$h = L \sin \alpha = 100 \cdot \sin 40^{\circ}40' = 100 \cdot 0,70298 = 70,298 \text{ мм.}$$

Область применения синусных линеек разнообразна (фиг. 31). На фиг. 31, а показан один из способов установки для проверки угла α . Так же производится установка линейки для получения нужного угла на плоскошлифовальном станке. На фиг. 31, б показан другой способ определения фактического угла при помощи синусной линейки. На фиг. 31, в дается измерение расстояния от



Фиг. 31. Применение синусной линейки.

оси углового калибра до центра отверстия при помощи синусной линейки.

Точность показаний синусной линейки тем больше, чем больше расстояние между ее роликами, так как на большей длине легче обнаруживаются отклонения в углах.

Линейкой с расстоянием между центрами роликов 200 мм можно производить измерения углов с точностью до $5-10''$.

Наиболее точные результаты измерения получаются при измерении малых углов потому, что малейшее изменение угла в этом случае дает существенное изменение в величине блока концевых мер.

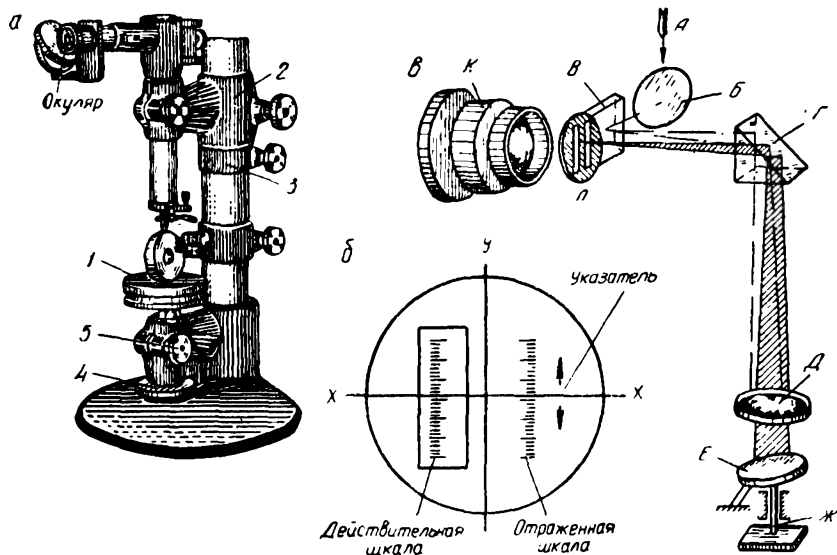
9. ОПТИКОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Оптиметры

В вертикальном оптиметре (фиг. 32, а), применяемом для сравнительных измерений, отклонения в размерах изделия передаются световым лучом и рассматриваются через увеличительные стекла. Оптическое устройство прибора позволяет повысить точ-

ность измерения. Точность измерения оптиметром достигает 0,001 мм.

Оптическая часть вертикального оптиметра состоит из двух соединенных под прямым углом трубок, внутри которых помещаются (фиг. 32, б) линзы, т. е. стекла с выпуклыми (или вогнутыми) шаровыми поверхностями, зеркала, стеклянные призмы и шкалы. Вертикальная трубка заканчивается подвижным измерительным штифтом Ж, соприкасающимся с изделием. Свет падает из источника А, отражается зеркалом Б и попадает через светопроводящую прямоугольную призму В на стекло Л, на котором нанесены деления. Луч света несет отражение этой шкалы



Фиг. 32. Вертикальный оптиметр:

1 — столлик; 2 — кронштейн; 3 — кольцо; 4 — подъемный винт; 5 — винт;
А — источник света; Б — зеркало; В — светопроводящая призма; Г — трехгранная призма; Д — нижняя линза; Е — зеркальце; Ж — измерительный штифт; К — окуляр, Л — стекло.

через трехгранную призму Г, направляющую его под прямым углом в нижнюю линзу Д. Изображение шкалы, пройдя линзу, попадет на зеркальце Е, изменяющее свой наклон в зависимости от перемещения измерительного штифта Ж. Отраженное зеркальцем Е изображение шкалы этим же путем доносится до стекла Л и становится видимым глазу наблюдателя вместе с указателем (фиг. 32, в) через особое увеличивающее устройство — окуляр К.

При движении измерительного наконечника Ж, вызываемого изменением проверяемого размера, зеркальце Е меняет свой наклон и отраженное изображение шкалы перемещается в ту или другую сторону по отношению к неподвижному указателю. Рассматривая шкалу через окуляр К, при помощи этого указателя определяют размер изделия.

Каждое деление шкалы оптиметра равно 0,001 мм. На оптиметре производят измерение различных делений с плоскими, круглыми и шаровыми поверхностями. На конец измерительного штифта надевают особые наконечники различной формы в зависимости от вида поверхности изделия.

Измерение изделий производят следующим образом. Блок концевых мер нужного размера ставят на столик 1 оптиметра или на специальное приспособление и устанавливают оптиметр в нулевое положение. Грубая установка производится перемещением от руки кронштейна 2, лежащего на кольце 3, а точная установка подъемом столика 1 при помощи подъемного винта 4.

Столик ставится так, чтобы измерительный штифт Ж упирался в изделие, а указатель, видимый в окуляре, точно совпадал с нулевым делением шкалы. После этого столик закрепляется винтом 5, а блок концевых мер убирается со столика. На его место ставится изделие.

Изделие, имеющее некоторые отклонения по сравнению с блоком концевых мер, будет вызывать перемещение измерительного штифта, соответствующие отклонения в положении зеркала и поднятие или опускание шкалы. Для определения размера изделия к размеру блока добавляется или вычитается показание оптиметра.

Кроме вертикальных оптиметров выпускаются конструкции оптиметров горизонтальных. Горизонтальный оптиметр монтируется на горизонтальной станине и его измерительный штифт помещается в горизонтальной трубе. Горизонтальный оптиметр по конструкции мало отличается от вертикального. Он применяется в лекальном деле реже, но обладает тем преимуществом, что позволяет производить измерение длинных изделий (350 мм), а также внутренние измерения при помощи специальных приспособлений, прилагаемых к этому прибору.

Оптические измерительные машины

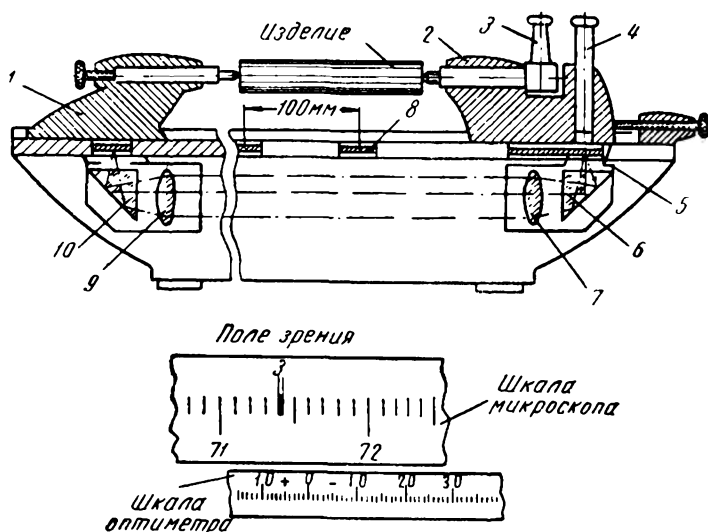
Оптические измерительные машины служат для измерения длин до 1000, 3000 и 6000 мм. При пользовании такой измерительной машиной могут быть достигнуты приведенные ниже точности измерения: $\pm 0,001$ мм при длине 100 мм; $\pm 0,0055$ мм при длине 500 мм; $\pm 0,01$ мм при длине 1000 мм. Измерительные машины в цеховой обстановке почти не применяются и используются главным образом в лабораториях.

Оптическая измерительная машина (фиг. 33) состоит из установочных салазок 1, измерительных салазок 2, снабженных трубкой оптиметра 3 и микроскопом 4. Оптическое устройство измерительной машины дает возможность не только определять отклонения размеров изделия от размеров образца, но и непосредственно измерять размер изделия с большой точностью.

Измерение осуществляется следующим образом. Установочные салазки 1 устанавливаются над одной из стеклянных пласти-

нок 8, на которой имеется двойной штрих и порядковый номер, показывающий сотни миллиметров (на фиг. 33 — штрих с цифрой 3). В салазках вмонтирован источник света, освещающий стеклянную пластинку 8 и посылающий лучи света через оптическую систему, соединенную с салазками и состоящую из призмы 10 и линзы 9. Лучи попадают в оптическую систему измерительных салазок 2 (линза 7 и призма 6) и освещают стеклянную шкалу 5, видимую в окуляр микроскопа 4. Тысячные доли миллиметра отсчитываются по оптиметру 3.

Рассматривая поле зрения микроскопа 4 и оптиметра 3, изображенное на фиг. 33, легко произвести соответствующий отсчет.



Фиг. 33. Схема измерительной машины.

На измерительной машине можно производить измерения и внутри изделия, применяя специальное приспособление для внутренних измерений.

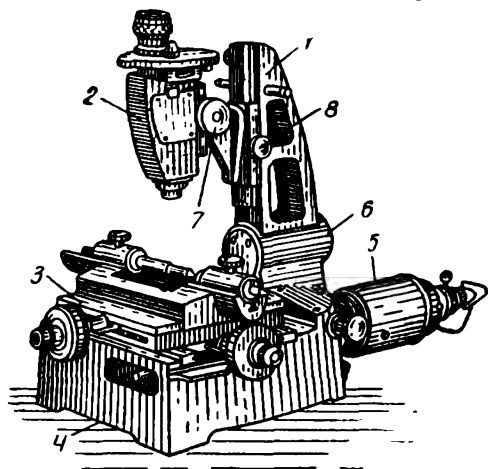
Инструментальный микроскоп

Инструментальный микроскоп (фиг. 34) также относится к подгруппе оптикомеханических измерительных приборов и служит для измерения сложных профилей режущего и измерительного инструмента.

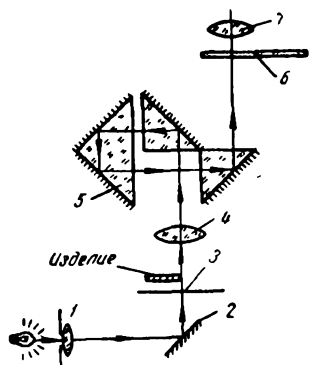
Он состоит из оптической головки 2, передвигаемой вверх и вниз по стойке 1 стола 3 с салазками, которые могут перемещаться на шариках в продольном и поперечном направлениях, основания 4 и осветительного приспособления 5. Стойка 1 может поворачиваться вокруг своей горизонтальной оси 6.

Грубая установка оптической головки по высоте производится от руки, точная — винтом 7, а закрепление ее в установленном положении винтом 8. Два микрометрических устройства производят отсчет продольного и поперечного перемещения стола. Имеющаяся на столе 3 рамка с центрами служит для закрепления цилиндрических изделий.

Принцип работы инструментального микроскопа состоит в следующем. От осветительного приспособления (лампы) лучи света проходят через специальное устройство 1, называемое диафрагмой, регулирующее количество проходящего через него света (фиг 35). Отражаясь в зеркале 2, лучи идут мимо распо-



Фиг. 34. Инструментальный микроскоп: 1 — стойка; 2 — оптическая головка; 3 — стол с салазками; 4 — основание; 5 — осветительное приспособление; 6 — горизонтальная ось; 7 и 8 — винты.



Фиг. 35. Ход лучей в инструментальном микроскопе:

1 — диафрагма; 2 — зеркало; 3 — прозрачная стеклянная пластинка; 4 — объектив; 5 — три призмы; 6 — матовый штриховой экран; 7 — окуляр.

ложенного на столе микроскопа изделия через прозрачную стеклянную пластинку 3, находящуюся в столе, и идут дальше в объектив 4, увеличивающий изображение контура изделия. Преломляясь четыре раза в трех призмах 5, лучи выходят перпендикулярно к матовому плоскому стеклу 6, на котором нанесены темные штрихи, и идут дальше в окуляр 7, в котором виден увеличенный в тридцать раз, освещенный контур изделия.

На матовом стекле с рисками 6, называемом штриховым экраном, для сравнения нанесены различные профили, линии и шкалы как линейные, так и угловые. Поворотом штрихового экрана вокруг его центра можно совмещать отдельные части контура с линиями экрана и отсчитывать углы поворота экрана, а следовательно, размеры и углы изделия.

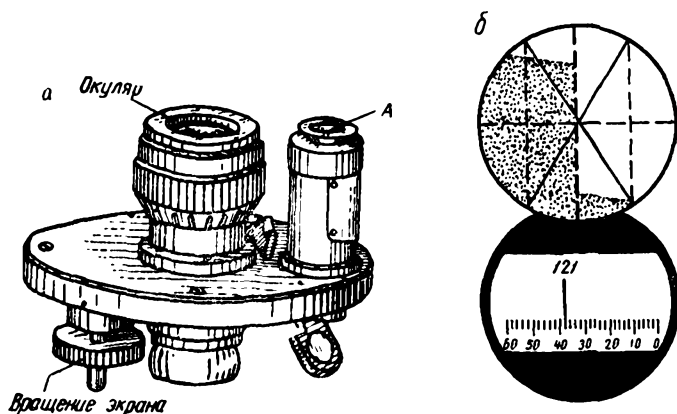
Измерение на инструментальном микроскопе состоит из следующих операций:

1) установки изделия до совпадения измеряемой части профиля с определенной линией или профилем экрана;

2) перемещения изделия или экрана до совпадения второй части профиля с той же линией или профилем на экране;

3) отсчета по экрану или микрометрическим устройствам произведенного перемещения изделия от одного профиля к другому.

При измерении углов весь процесс осуществляется с помощью оптической головки микроскопа, а при измерении длин роль оптической головки ограничивается только контролем точности



Фиг. 36. Угломерный экран:

а — общий вид; б — поле зрения окуляра и микроскопа; 4 — боковой микроскоп.

установки детали и перенесением размеров; отсчет производится по микрометрическим устройствам.

Объективы микроскопа сменные и дают увеличение в десять, пятнадцать и тридцать раз. Штриховые экраны тоже сменные. К инструментальному микроскопу прилагают специальный экран, служащий для измерения резьб, и угломерный экран со специальным окуляром.

В средней части угломерного экрана с окуляром (фиг. 36, а) имеются две взаимно перпендикулярные риски, с которыми могут совмещаться линии контура измеряемой детали (фиг. 35, б). По всей окружности экрана нанесена угловая шкала от 0 до 360° с делениями через каждый градус. Шкала рассматривается при помощи бокового микроскопа А, в котором, кроме градусной шкалы, видны деления с интервалом в одну минуту. Шкала бокового микроскопа с отсчетом 121°38' показана на фиг. 36, б.

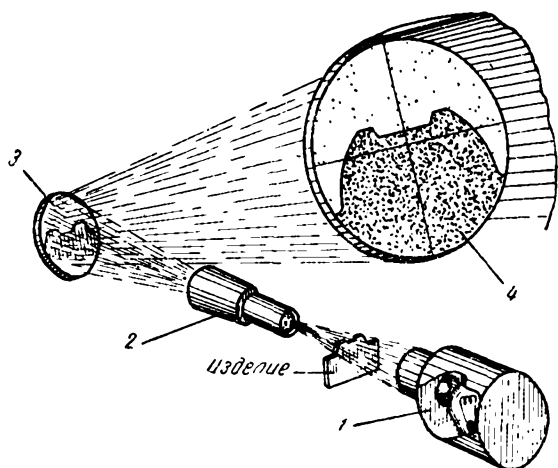
При измерениях необходимо добиваться полной резкости изображения. Это достигается правильной регулировкой освещения при помощи диафрагмы и правильной установкой по высоте оптической головки.

Точность измерения на инструментальном микроскопе достигает для углов от $\pm 1'$ до $\pm 2'$, для профиля резьбы $\pm 10'$; для среднего диаметра резьбы $\pm 0,007$ мм, для линейного измерения $\pm 0,005$ мм.

Иногда изображение, получаемое при помощи микроскопа, в виде тени передается на большое матовое стекло и рассматривается уже без применения окуляра. На этом стекле (экране) могут быть начерчены любые профили для сравнения их с профилем изделия, либо наложен чертеж, вычерченный на прозрачной бумаге.

Проекторы

Проекторами называют оптические измерительные приборы, дающие увеличенное изображение профиля изделия на экране.



Фиг. 37. Схема проектора.

Такие приборы очень производительны и обладают большой точностью, достигающей до 2—4 микрон при увеличении профиля измеряемого изделия в 50 раз.

Проектор, схема которого дана на фиг. 37, состоит из проектирующего устройства 1, объектива 2, зеркала 3 и экрана 4. Источник света, помещенный в проектирующем устройстве 1, дает выходящий параллельными лучами пучок света. Пучок света падает на край изделия, помещенного на супорте проектора и частично задерживается. Отсюда лучи входят в объектив 2 и идут дальше на отражательное устройство 3 (зеркало) и оттуда попадают на экран 4, где образуют увеличенное теневое изображение детали на светлом фоне.

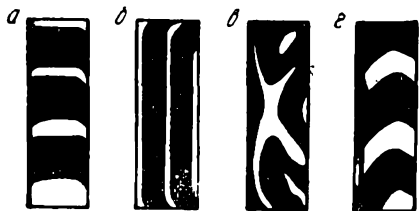
Результаты измерения на проекторе сравниваются с вычерченным на прозрачной бумаге или экране изображением изделия. Результаты измерения можно получить не только в виде изобра-

жения, но и в виде чисел. Для этой цели имеются взаимно перпендикулярные риски на экране, непоказанные на схеме, микрометрические устройства на супорте, поворотное устройство, деления и угловой нониус экрана.

Увеличение (от 10 до 50 раз) осуществляется при помощи наборов сменных объективов. Слишком большое увеличение дает большую точность, но ослабляет резкость изображения. Поэтому необходимо выбирать то наибольшее увеличение, которое позволяет четко наблюдать измеряемую деталь. Очень важно знать действительное увеличение проектора, так как это непосредственно влияет на точность измерения.

10. ИЗМЕРЕНИЕ МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Если стеклянную пластинку с совершенно плоской поверхностью наложить на тщательно обработанную плоскую поверхность изделия, то на его поверхности можно увидеть разноцветные полосы. По форме и расположению этих полос можно судить о правильности поверхностей и измерять величину отклонений поверхности от идеальной плоскости. Такой метод измерения называют интерференционным методом измерения.



Фиг. 38. Вид плоскости изделия через плоскопараллельные стекла.

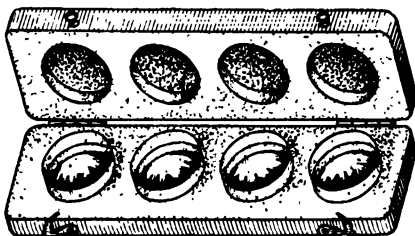
Измерение производят либо на специальном приборе, который называется интерферометром, либо при помощи специальных плиток-стекол, изготовленных из особого стекла и имеющих точные плоскости. Второй способ довольно часто применяется слесарями-лекальщиками и практически заключается в том, что к окончательно обработанной плоскости прикладывается интерференционное стекло. Перед измерением рекомендуется проверяемую поверхность тщательно протереть чистой тряпкой или куском замши. Слегка прижимая стекло к проверяемой поверхности, оценивают ее качество.

При измерении методом интерференции достаточно знать, имеет ли проверяемая поверхность впадину, горб или заваленные края. На фиг. 38, а изображена плоская пластинка, имеющая правильную поверхность, но несколько заваленные края по ширине пластинки. Идущие на равных расстояниях, плоскости имеют на концах небольшие искривления, указывающие на заваленность краев. На фиг. 38, б изображена подобная же пластинка, но с краями, заваленными по длине.

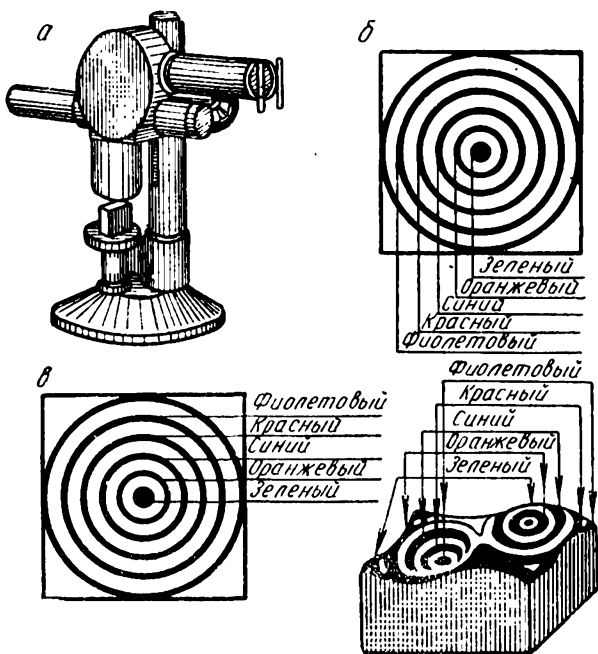
Если полосы искривлены неравномерно по ширине пластинки и неравномерно расположены (фиг. 38, в), то это указывает на неровность поверхности. Чтобы определить, где углубление и где выпуклость, следует нажать на середину пластинки карандашом

или чем-нибудь подобным. Если полосы передвинутся внутрь, то это значит, что на поверхности пластинки имеется углубление, а если они отойдут к краям, то поверхность выпуклая. На фиг. 38, *г* изображена пластинка с выпуклой поверхностью.

Плоскопараллельные интерференционные стекла выпускаются в виде отдельных пластинок диаметром 60 мм для проверки концевых мер и в виде наборов из четырех маленьких пластинок для проверки измерительных плоскостей микрометров (фиг. 39). Стекла в наборах делают толщиной 12,00; 12,125; 12,25; 12,375; или 24,00; 24,125; 24,25 и 24,375 мм. Они позволяют проверять правильность измеритель-



Фиг. 39. Плоскопараллельные стекла.



Фиг. 40. Интерферометр:

а — общий вид; *б* — вид выпуклой поверхности; *в* — вид вогнутой поверхности, *г* — вид неровной поверхности

ных плоскостей микрометра в четырех положениях его шпинделя. Для этой цели процесс измерения ведут через каждую четверть оборота шпинделя. Обычно шпиндель за четверть оборота пере-

мешается на 0,125 мм, следовательно, и толщина каждого из четырех стекол должна отличаться друг от друга на 0,125 мм.

Плоскопараллельные стекла, подобно концевым мерам, притираются друг с другом или с концевой мерой.

При работе на интерферометре (фиг. 40, а) проверяемое изделие кладется нижней плоскостью на стол, а верхняя плоскость при опускании оптической головки прибора оказывается в камере, через которую проходят тонкие параллельные световые лучи.

При пользовании интерферометром имеет значение не только расположение полос, но и цветов, которые располагаются в определенном порядке. Например, если в центре проверяемой плоскости находится кружок зеленого цвета, это указывает на выпуклость поверхности; если зеленый цвет находится на краях плоскости изделия при той же установке, то поверхность вогнутая.

На фиг. 40, б изображено изделие с выпуклой поверхностью, в центре которой находится зеленый кружок и последовательно расходятся оранжевое, синее, красное и фиолетовое кольца. На фиг. 40, в цвета расположены в обратном порядке, следовательно, изделие имеет вогнутую поверхность. Если в практике встречаются неровные поверхности, то интерференционные полосы будут располагаться так, как показано на фиг. 40, г.

Ровные поверхности будут иметь правильные прямолинейные полосы при наклоне поверхности и будут одного цвета, если поверхность изделия параллельна лучам света.

При помощи интерферометра также можно определить и точность соблюдения размера между двумя параллельными плоскостями, что осуществляется путем сравнения изделия с образцом соответствующих размеров. Интерферометрами некоторых конструкций измеряют высоту изделий в длинах световой волны.

II. ЧИСТОТА ПОВЕРХНОСТИ И ЕЕ ОЦЕНКА

В производстве измерительного инструмента чистоте поверхности придается большое значение, так как чистота непосредственно влияет на точность измерения и долговечность работы измерительного инструмента.

Под чистотой поверхности понимают величину неровностей на ее отдельных, весьма небольших участках или, как говорят, микрогеометрию поверхности. Величина неровностей может быть точно измерена и таким образом определена чистота данной поверхности.

Как же оценить чистоту поверхности, зная величину ее неровностей?

Чистота поверхности оценивается по средней высоте неровностей H_{cp} или по среднеквадратичному отклонению неровностей $H_{ск}$. Средняя высота неровностей представляет среднее арифметическое высот неровностей от их верхних до нижних точек.

Среднеквадратичное отклонение неровностей представляет собой величину, получаемую извлечением квадратного корня из среднего квадрата расстояний точек, лежащих на профиле рассматриваемой поверхности до его средней линии, т. е. до линии, делящей профиль поверхности так, что площади по обеим сторонам этой линии до контура профиля равны между собой.

ГОСТ 2789-51 установлено 14 классов чистоты поверхности, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Классы чистоты поверхности по ГОСТ 2789-51

Класс чистоты	Условное обозначение на чертеже	Отклонения высоты неровностей (в микронах)	
		$H_{ср}$	$H_{ск}$
1	▽ 1	Свыше 125 до 200	—
2	▽ 2	» 63 » 125	—
3	△ 3	» 40 » 63	—
4	▽▽ 4	» 20 » 40	Свыше 3,2 до 6,3 » 1,6 » 3,2
5	▽▽ 5	—	
6	▽▽ 6	—	
7	▽▽▽ 7	—	» 0,8 » 1,6
8	▽▽▽ 8	—	» 0,4 » 0,8
9	▽▽▽ 9	—	» 0,2 » 0,4
10	▽▽▽▽ 10	—	» 0,1 » 0,2
11	▽▽▽▽ 11	—	» 0,05 » 0,1
12	▽▽▽▽ 12	—	» 0,025 » 0,05
13	▽▽▽▽ 13	Свыше 0,06 до 0,12 до 0,06	—
14	▽▽▽▽ 14		—

Классы чистоты поверхности, начиная с 6-го класса, делятся на разряды: а, б, и в. 14-й класс чистоты имеет только разряды а и б.

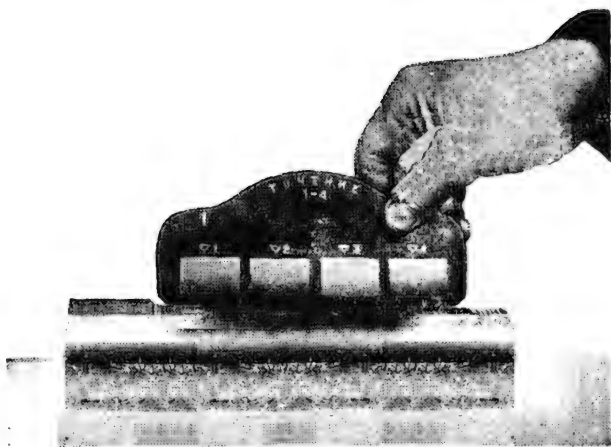
Как показывает практика, в производственных условиях, чтобы отнести ту или иную поверхность к определенному классу чистоты, нет необходимости измерять величину неровностей.

Для этой цели вполне достаточно сравнить полученную поверхность с образцом чистоты соответствующего класса. Образцы чистоты поверхности (фиг. 41) представляют собой набор обработанных различными способами и при различных режимах металлических пластинок с плоскими и цилиндрическими поверхностями, отнесенными к тому или иному классу чистоты.

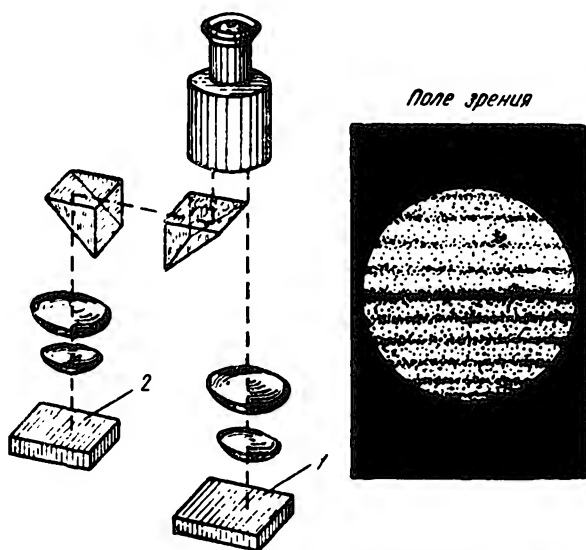
Сравнение их поверхности с поверхностью, чистота которой подвергается оценке, производится в цеховых условиях невооруженным глазом.

Точность сравнения образца с изделием может быть повышена, если обе сравниваемые поверхности будут рассмотрены одно-

временно в увеличенном виде в одинаковых условиях увеличения и освещения. Такие условия сравнения создает сравнительный микроскоп, схема устройства и поле зрения которого показаны



Фиг. 41. Сравнение с образцами чистоты поверхности.



Фиг. 42. Схема и поле зрения сравнительного микроскопа.

на фиг. 42. Для этой цели изделие и образец устанавливаются на предметные столы микроскопа 1 и 2.

Для определения чистоты поверхности в спорных случаях и при аттестации образцов чистоты (отнесении их к тому или иному

классу чистоты) в условиях лаборатории применяются специальные измерительные приборы: профилографы, профилометры, микроинтерферометры и двойные микроскопы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. От чего зависят погрешности измерения? Как повысить точность измерения?
2. Какая разница между способами относительного и абсолютного измерения? Чем отличается процесс проверки от процесса измерения?
3. Как классифицируются измерительные инструменты, приборы и приспособления?
4. Как устроен штангенциркуль и его нониус?
5. Как производится измерение штангенциркулем?
6. Как устроен микрометр и его нониус?
7. Чему равна цена деления микрометра, если шаг микрометрического винта равен 0,5 мм, а барабан разделен на 50 частей?
8. Как повысить точность измерения микрометром?
9. Каковы правила пользования микрометрическими инструментами?
10. Как устроены индикаторы часового и рычажного типа и для каких целей они применяются?
11. Как производят измерение рычажным микрометром?
12. Как устроен миниметр и как им производят измерения?
13. Что представляют собой концевые меры длины?
14. Составьте блоки концевых мер длины из набора, состоящего из 42 шт. следующих размеров: 105,63; 74,81; 99,165; 7,19; 29,16. Из какого числа мер состоят эти блоки?
15. Составьте блоки концевых мер длины из набора мер, состоящего из 83 шт. с применением микронного набора: 105,177; 43,464; 152,014; 71,997. Из какого числа мер состоят блоки? Продумайте, нельзя ли составить блоки другим способом, при котором число мер в блоке будет меньшим?
16. Какие типы угольников установлены ГОСТ и как осуществляют проверку этими инструментами?
17. Какие типы угломеров вам известны? Опишите их устройство.
18. Как устроена синусная линейка? Какого размера блок концевых мер нужно подложить под ролик синусной линейки $L = 100$ мм, чтобы повернуть ее на угол 30° ; $5^\circ 30'$; $21^\circ 40'$; $55^\circ 20'$?
19. Какого размера нужно подложить блок мер под ролик синусной линейки $L = 200$ мм, чтобы повернуть ее на угол 30° ; $10^\circ 10'$; $25^\circ 20'$; 55° ?
20. Что представляет собой вертикальный оптиметр? Какова точность измерений на нем и как производятся эти измерения?
21. Для чего применяется и как устроена оптическая измерительная машина?
22. Расскажите о принципе действия инструментального микроскопа, его назначении и работе на нем?
23. Как определяются недостатки поверхности плоскопараллельными стеклами?
24. Как определяется чистота поверхности по ГОСТ 2789-51?

ГЛАВА II

МАРКИРОВАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ И СПОСОБЫ МАРКИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Маркированием называют процесс нанесения на поверхности изделия знаков, указывающих размер, тип, назначение изделия, завода, выпустившего изделие, и т. п.

Изделие, имеющее маркировку, легко найти в кладовой, легко положить на свое место. За таким изделием удобно следить во время передвижения его при изготовлении, проверке и ремонтах.

Существует много способов маркирования, применяемых в зависимости от твердости материала изделия, его точности, размеров и качества поверхности, а также назначения самого маркирования. Наиболее распространенными способами считаются: набивное маркирование, маркирование гравированием, травлением и, наконец, электрографическое маркирование. Набивной способ маркирования применяется при нанесении знаков на неточных инструментах, изготавливаемых из мягкой или незакаленной стали, на грубых, плохо обработанных поверхностях. Гравирование производят на точных изделиях и чистых, незакаленных поверхностях. Электрографическое маркирование, маркирование травлением применяют при изготовлении точного инструмента, закаленного или изготовленного из стали высокой твердости.

2. НАБИВНОЕ МАРКИРОВАНИЕ

Маркирование набивным способом производят особыми инструментами — ручными клеймами. Ручное клеймо (фиг. 43) на своей рабочей части имеет знаки: букву, цифру или марку завода. Размеры клейма выбираются в зависимости от величины изделия. Знаки на клейме делаются высотой 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 3,5; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 15 и 20 мм. Высота знака клейма выбирается в зависимости от размера изделия.

Рекомендуются следующие соотношения между размером изделия и высотой знака:

Диаметр изделия в мм . . . до 3 3—6 6—30 30—65 65—100 Свыше 100

Высота знака в мм 1 2 3 5 8 8

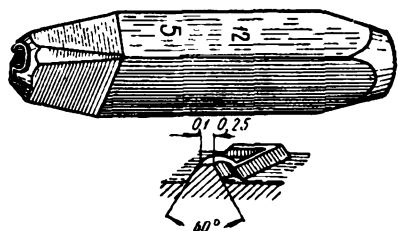
Ширина знаков клейма делается от 0,1 до 0,25 мм, а угол заострения их около 60° (см. фиг. 43). Такие размеры делают знаки прочными и позволяют клеймам легко проникать в металл.

Сечение и длина клейма зависят от размера знака, но при их выборе следует учитывать, что слишком большие размеры клейм неудобны и вызывают лишнюю утомляемость рабочего.

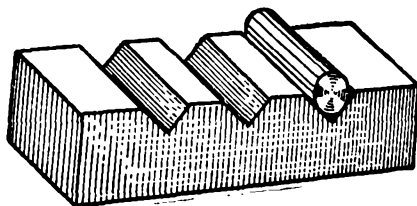
Буквы и цифры каждого размера изготавливаются комплектами: в комплект клейм-букв входит тридцать букв; в комплект клейм-цифр — девять цифр, причем шестерка используется в качестве девятки.

Для изготовления обычных ручных клейм применяют сталь У8А, а для клейм, работающих по инструментальной стали, применяют сталь 9ХС. Твердость рабочей части (знака) закаленного клейма должна быть от 55 до 58 R_c (единиц Роквелла по шкале С); ударная часть закаливается на более низкую твердость.

Вес молотка, употребляемого для нанесения ударов по клейму, выбирается в зависимости от высоты знака. Рекомендуют вы-



Фиг. 43. Ручное клеймо.



Фиг. 44. Призматическая подкладка для маркирования деталей.

бирать вес молотка таким образом, чтобы на каждый миллиметр высоты знака приходилось 50—100 г веса молотка. Глубина отпечатка на изделии должна быть равна $1/20$ высоты знака, а при грубых работах и в тех случаях, когда маркированная поверхность подвергается последующему шлифованию, глубину отпечатка доводят до $1/10$, т. е. делают знак более глубоким.

Набивное маркирование производят на обработанной поверхности. Для этого в месте расположения нужных отпечатков проводят чертилкой две параллельные линии с расстоянием между ними, равным высоте знака. Плоские и листовые изделия помещают на чугунную плиту или наковальню, а круглые — на специальную призматическую подкладку (фиг. 44).

Клеймо ставится вертикально, знаком на то место, где по чертежу должна находиться маркировка, и ударяют молотком по ударной части клейма. Ударять по клейму нужно ровно и не резко, используя вес молотка, а не силу и размах руки. При резких ударах клеймо соскакивает с намеченного места и получается двоянный отпечаток. При набивании отпечатка клеймо надо ставить на поверхность всей плоскостью знака, так как при перекосе клейма получится неполный отпечаток, а при работе по твердой стали клеймо может поломаться.

потемнения доведенных поверхностей. Поэтому травление применяется, главным образом, только в производстве измерительного инструмента и считается самым распространенным для этой цели способом, однако производится до окончательной доводки.

Перед предохранительным покрытием поверхности лаком она должна быть тщательно зачищена шкуркой или отшлифована, обезжирена промыванием в бензине и протерта чистым полотенцем. На подготовленную таким образом поверхность изделия чистой и мягкой кисточкой наносят равномерный слой кислотоупорного лака, не допуская образования пузырьков, и дают поверхности высохнуть в течение тридцати или сорока минут. Если обнаружатся оголенные или плохо покрытые лаком места, их вновь подмазывают лаком и дают поверхности высохнуть в течение 10—15 минут.

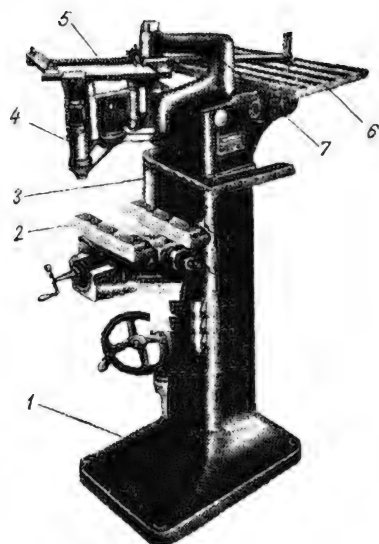
Кислотоупорный лак составляется по весу из 45% лака № 35, 23% нефтебитума № 5, 0,08% трансформаторного масла и скипидара.

Качество лака имеет большое значение для качества получаемой надписи. Если лак слишком вязок и полностью не высыхает или разъединяется кислотой, изделие можно испортить. Вязкий лак при гравировании снимается резцом неполностью и остающаяся, даже незаметная для глаза, тонкая пленка препятствует полному травлению и делает знаки прерывистыми. При неполном удалении следов жира с поверхности даже хороший лак плохо ложится на поверхность.

Надпись наносится вручную или специальными резцами на гравировальном станке (фиг. 45).

Главной частью станка является пантограф, осуществляющий копирование в уменьшенном виде знаков, выгравированных на трафаретах.

Пантограф (фиг. 46) состоит из четырех металлических рычагов, соединенных друг с другом при помощи шарниров, дающих возможность соединенным рычагам свободно поворачиваться в горизонтальной плоскости. На двух выступающих частях рычагов находятся копирующий штифт 1 и гравирующий штифт 2 (штигель). Все устройство может свободно поворачиваться вокруг оси кронштейна 3. Если копирующий штифт 1 перемещать по контуру



Фиг. 45. Гравировальный станок:
1 — станина; 2 — рабочий стол; 3 — мотор;
4 — шпиндель; 5 — пантограф; 6 — копи-
ровальный стол; 7 — кронштейн.

Все контуры отпечатка клейм должны быть одинаковой глубины, неглубокие места необходимо исправить легкими ударами. Для получения одинаковых отпечатков удар молотком производят с равной силой для всех знаков одной высоты. Если в комплекте имеются клейма, дающие слабый отпечаток, удар по ним производят сильнее.

Отпечатки на изделии располагают на одинаковых расстояниях друг от друга, равных ширине знака. При этом запятые, точки, тире считают за один знак. Все отпечатки должны быть на одной высоте и без перекосов; нижняя граница делается общей для всех знаков.

Маркирование производят строго в тех местах, которые указываются в чертеже. Если на поверхности изделия после маркирования получены неровности и заусенцы от вытесненного клеймом металла, изделие аккуратно зачищают личным напильником или шлифовальной шкуркой. Иногда набивное маркирование производят механическим путем в специальных приспособлениях, работающих по принципу нажимного или ударного действия.

При набивном маркировании происходит наклеп и деформация металла, поэтому при нанесении отпечатков на нежесткие (гибкие) детали следует соблюдать особенную осторожность, а при маркировании измерительного инструмента — применять другие виды маркирования, например, травление, гравирование и электрографирование.

Клеймо представляет собой дорогостоящий инструмент, а поэтому с ним нужно обращаться бережно, не допускать ударов излишней силы, не ставить отпечатков на закаленных поверхностях. Надо помнить, что при затуплении клейма не затачивают и они окончательно выходят из строя.

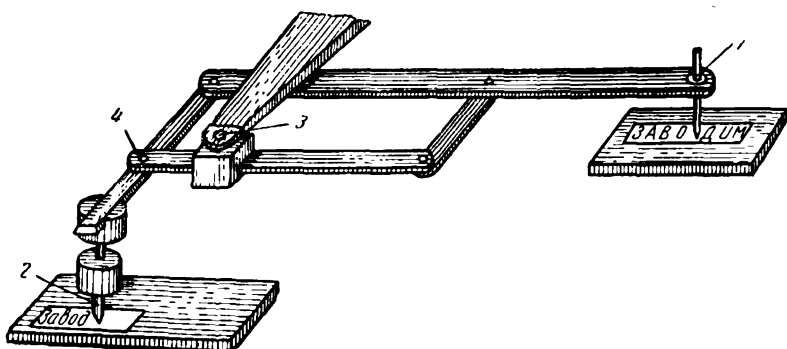
3. МАРКИРОВАНИЕ ТРАВЛЕНИЕМ И ГАВИРОВАНИЕ

Травление и гравирование надписей имеют большие преимущества по сравнению с ручным и механическим набивным маркированием.

Процесс получения надписи при помощи травления состоит в том, что сначала поверхность для предохранения покрывают лаком, затем наносят надписи, травят их, промывают и нейтрализуют (уничтожают химическим путем следы кислоты на поверхности). Надпись, полученная травлением, кажется черной; надпись, сделанная клеймом, имеет светлый цвет и сливается с фоном изделия. Но самое главное преимущество заключается в том, что при травлении не изменяются форма и размеры изделия. Наконец, травление надписей можно делать на поверхности изделий с высокой твердостью после закалки, тогда как отпечатки клеймами делаются до закалки и шлифования и часто сошлифовываются при обработке изделия до нужного размера.

Единственные недостатки маркирования травлением — это значительная затрата времени на получение надписи и возможность

знака трафарета, то штихель 2 будет описывать подобный же контур на изделии, но в меньшем масштабе. Масштаб может из-



Фиг. 46. Схема пантографа:

1 — копирующий штифт; 2 — штихель; 3 — ось кронштейна; 4 — шарнир.

меняться путем уменьшения или увеличения расстояния от оси штихеля до шарнира 4.

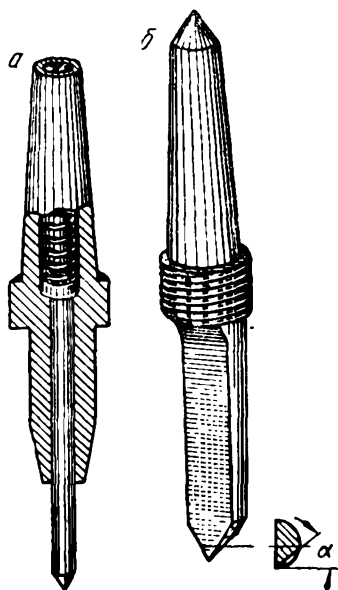
При нанесении надписей травлением применяется штихель, изображенный на фиг. 47, а. В этом случае работа на станке ведется при выключенном моторе и невращающемся шпинделе. Штихель выполняет при этом роль чертилки, соскабливающей лак с поверхности изделия.

Нанесение знаков пантографом дает более правильные и ровные надписи, чем полученные вручную. При нанесении надписи необходимо следить за остротой штихеля и после получения надписи проверять качество рисок и удалять из них оставшиеся частицы лака.

Травить изделие надо немедленно после нанесения надписи, так как при пересыхании лака получаются дробленные знаки. Травление производят растворами кислот. Для сырой стали применяется раствор из 40% азотной кислоты, 20% уксусной кислоты и 40% воды, для закаленной — 10% азотной кислоты, 30% уксусной кислоты, 5% спирта

и 55% воды. Растворы кислот разъедают обнаженные места поверхности и образуют отчетливые, достаточно глубокие знаки.

Травление осуществляют либо погружением детали в раствор,



Фиг. 47. Штихели.

либо капельным способом, при котором кисточкой или пипеткой наносят несколько капель раствора на обнаженные от лака места. Первым способом травят незакаленные, вторым — закаленные изделия.

Незакаленные изделия травятся в течение 2—5 мин., а закаленные в течение 15—20 мин. Если изделия изготовлены из легированной хромом стали, то длительность процесса достигает 30—40 мин. Процесс травления необходимо вести в вытяжном шкафу.

После травления изделие промывают в проточной воде и для уничтожения следов кислоты погружают на 5—8 мин. в 5-процентный раствор едкого натра, нагретый до 35—40°. После этого изделие опять промывают в проточной воде, обмывают бензином и вытирают чистым полотенцем.

Работа с кислотами требует особой осторожности от рабочего. Кислоту надо держать в закрытой посуде с надписью, указывающей, что в этом сосуде содержится яд; нельзя допускать попадания кислоты, ее брызг на лицо и одежду и разливать кислоту на рабочем месте; промывать изделия нужно только в проточной воде. После работы не касаясь лица, надо тщательно вымыть руки.

Гравирование незакаленных изделий производят также на гравировальном станке. Надписи в этом случае наносятся штихелем, изображенным на фиг. 47, б, при включенном моторе станка и вращающемся шпинделе. При этом штихель уже выполняет не роль чертилки, а роль фрезы.

4. ЭЛЕКТРОГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ МАРКИРОВАНИЯ

При этом способе применяют специальные приборы — электрографы. Электрографы употребляют для маркирования сырых и закаленных, еще не окончательно доведенных изделий, особенно в тех случаях, когда нельзя наносить на изделие знаки набивным способом. При пользовании электрографом надписи наносят медной иглой с вольфрамовым наконечником. Игла вставлена в изолирующую трубку, имеющую вид карандаша. При пропускании тока через иглу и изделие на поверхности последнего образуются углубления, достигающие до 0,25 мм.

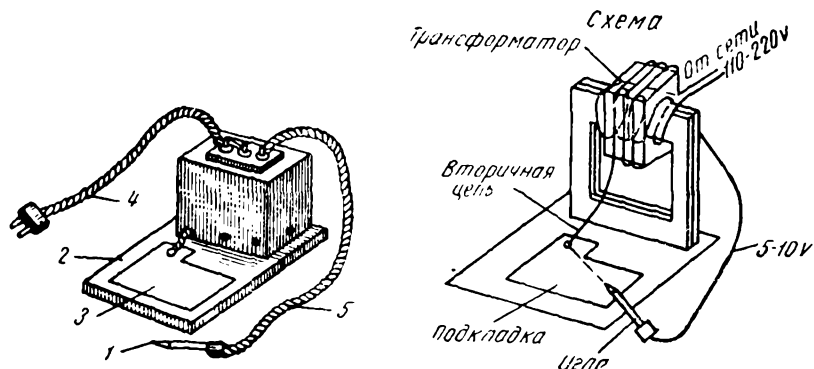
Электрограф (фиг. 48) состоит из иглы 1 диаметром 3—3,5 мм, основания 2, медной подставки 3, на которую кладется изделие, провода 4, подводящего тока к трансформатору электрографа, и провода 5, подводящего ток к игле. Внутри основания 2 помещен трансформатор — прибор, понижающий напряжение, идущее от осветительной сети, с 110—220 до 5—10 в.

Наибольшим электрическим сопротивлением обладает место соприкосновения иглы с изделием и поэтому здесь во время гравирования выделяется наибольшее количество тепла, нагревающего иглу и выжигающего металл. Стойкость иглы увеличивается, если надписи наносить только на гладкой поверхности изделия.

К недостаткам электрографического маркирования следует отнести малую глубину надписи, ведущую к ее быстрому старению.

При маркировании электрографом следует соблюдать все правила симметричного расположения знаков и их одинаковой высоты. Если нанесенные электрографом надписи сотрутся при полировании изделия шкуркой или абразивами, то их легко восстановить при помощи травления поверхности кислотой.

При маркировании инструментов любыми способами, если расположение надписей не оговорено чертежом, необходимо учитывать, что на рабочих поверхностях, которые будут подвергать-



Фиг. 48 Электрограф:

1 — игла; 2 — основание, 3 — медная подставка; 4 и 5 — провода.

ся дальнейшей обработке или окраске, знаков ставить нельзя; знаки следует располагать на видном месте обработанной нерабочей поверхности и обязательно на лицевой стороне инструмента.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Что называют маркированием?
2. В чем состоит набивной способ маркирования?
3. Как производится гравирование и травление надписей?
4. В чем состоит электрографический способ маркирования?
5. Как устроен электрограф?

ДОВОДКА И ПОЛИРОВАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ДОВОДКИ И ПОЛИРОВАНИЯ

Доводку и полирование применяют как окончательные, чистовые операции при изготовлении измерительного инструмента.

Доводка — это процесс окончательной обработки поверхности, при котором твердые зерна порошкообразного шлифующего материала, главным образом путем механического воздействия, устраняют неточности предварительной механической обработки и исправляют отклонения в форме изделия, вызванные закалкой. Помимо точных форм и размеров доводка придает обрабатываемой поверхности высокую степень чистоты и гладкости и увеличивает ее сопротивление износу и коррозии.

При доводке снимается слой металла (припуск), оставленный специально для того, чтобы можно было получить изделие заданных размеров, удалив неточности, вызванные предварительной обработкой.

Полирование улучшает качество поверхности изделия и придает ей блестящий (зеркальный) вид воздействием на полируемую поверхность более мелких и более мягких порошкообразных шлифующих материалов, оказывающих механическое и химическое действие на металл.

Пелирование в связи с небольшим снятием металла не требует специального припуска.

В настоящее время окончательные размеры измерительного инструмента в большинстве случаев получают шлифованием на станках, после которого применяют только полирование, а доводкой пользуются, главным образом, в тех случаях, когда измерительный инструмент не может быть отшлифован. Например, небольшие калибры-кольца и калибры с внутренним замкнутым контуром обязательно доводят.

Точность, получаемая в результате этих операций, доходит до десятых долей микрона. Припуски на доводку зависят от конструкции, размеров и материала калибров.

Для доводки и полирования применяют инструменты, на поверхности которых нанесена шлифующая смесь. Инструменты для доводки называются притирами или доводящими инструментами: инструменты для полирования называются полировальниками.

Производительность и качество доводки зависят от применяемого абразивного материала и количества смазки, от материала и конструкции притира, от режимов доводки, т. е. давления на притир и скорости движения инструмента по отношению к изделию.

2. АБРАЗИВНО-ДОВОДОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для доводки и полирования применяют просеянные через сита или полученные путем отмучивания в воде порошки алмаза, карбида бора, карбида кремния, электрокорунда, корунда, наждака, окиси хрома, окиси алюминия и прокаленной окиси железа или крокуса. Просеянные порошки служат для предварительной доводки, а отмученные—для окончательной доводки и полирования. Такие порошки, способные производить доводку поверхностей, носят название абразивно-доводочных материалов.

Доводка и полирование осуществляются твердыми и мягкими абразивными материалами.

К первым обыкновенно относят материалы с твердостью не ниже твердости хорошо закаленной стали, оказывающие механическое воздействие на обрабатываемую поверхность. Ко вторым относятся материалы, имеющие более низкую твердость. Они производят так называемую химическую доводку. Таково действие окисей хрома, алюминия и железа.

Свойства всех этих материалов, определяющие скорость, с которой ими доводится обрабатываемая поверхность, носят название их абразивной способности.

Чем тверже материал шлифовального порошка, тем больше его абразивная способность, тем дольше работает притир, покрытый этим материалом, тем скорее доводится изделие.

Абразивная способность материала зависит не только от твердости, но и от остроты зерен, получаемой при дроблении материала, а также от их хрупкости, т. е. способности к быстрому разрушению.

Если абразивную способность алмазного порошка принять за единицу, то абразивная способность других твердых абразивно-доводочных материалов выразится такими цифрами:

Алмаз	1,00
Карбид бора	0,50
Зеленый карбид кремния	0,28
Черный карбид кремния	0,25
Электрокорунд белый	0,12
Электрокорунд нормальный	0,10
Наждак	0,03

Из наждаков наилучшими качествами обладают уральские наждаки. Однако они в лекальном деле почти не применяются. Абразивная способность естественного корунда (лучшим из его сортов считается казахский корунд «Семиз-Бугу») лежит между наждаком и электрокорундом и величина ее зависит от содержания в этом порошке чистого корунда.

Производительность шлифовальных порошков, изготовленных из твердых материалов, зависит, главным образом, от величины абразивных материалов. Чем крупнее зерно, тем скорее идет процесс доводки, но поверхность получается менее чистой. Поэтому для предварительной доводки применяют крупнозернистые шлифовальные порошки, для окончательной — мелкозернистые. Для предварительной доводки используют шлифовальные порошки № 220, 240 и 280. Для окончательной доводки и полирования применяют порошки более мелкие, получаемые отмучиванием в воде.

Процесс отмучивания состоит в следующем. Шлифовальный порошок пропускают через сосуд с водой высотой один метр. Чем мельче порошок, тем медленнее он осаждается на дне сосуда. Такие порошки называли минутниками и обозначали числом минут, требующихся на прохождение зерна через такой столб воды. Теперь их называют микрошлифпорошками, обозначают буквой М (микро) и цифрой, показывающей размер зерна в микронах. Порошки, полученные отмучиванием, имеют очень мелкие зерна и поэтому дают высокое качество обрабатываемой поверхности.

В настоящее время широко применяется другой, более удобный способ сортировки зерен в восходящем вверх потоке воды. В табл. 2 приведены данные для сравнения минутников и микрошлифпорошков.

Таблица 2

Данные для сравнения минутников и микрошлифпорошков

Размер зерен порошка в микронах	От 53 до 42	42—28	28—20	20—14	14—10	10—7	7—5
Номер зернистости	280	320	400	500	600	—	—
Обозначения для микро- шлифпорошков	—	—	M28	M20	M14	M10	M7
Обозначения для минутни- ков	5'	10'	15'	30'	60'	120'	240'

Абразивная способность мягких доводочных материалов располагается в убывающем порядке: окись хрома, окись железа (крокус) и окись алюминия.

Разберем свойства и назначение различных абразивно-доводочных материалов.

Алмазные порошки, или алмазная пыль, считаются лучшим абразивным материалом, но из-за высокой стоимости употребляются редко. В настоящее время их применяют для очень мелких и сложных изделий, для доводки измерительных наконечников из твердых сплавов и драгоценных камней.

Карбид бора используется при доводке твердых сплавов.

Карборундовые порошки имеют хорошие режущие свойства,

зерна их твердые и острые, но хрупкие, и поэтому карборундовые порошки применяют, главным образом, для доводки таких материалов, как, например, чугун, латунь, медь, алюминий, эбонит.

Электрокорунд нормальный и в особенности электрокорунд белый считаются самым хорошим материалом для доводки закаленного измерительного инструмента: они легко снимают большие слои материала.

Наждаки редко применяют для доводки измерительного инструмента. Примеси наждаков имеют небольшую твердость и быстро загрязняют поверхность притира, теряющего поэтому свои режущие свойства.

Крокус дает хорошую поверхность полируемого изделия и применяется только для окончательного полирования.

В последнее время при доводке применяют различные пасты. В СССР распространены пасты, составленные из прокаленной окиси хрома — пасты ГОИ (Государственный оптический институт). Пасты ГОИ изготовляют трех сортов:

1) грубая паста с абразивной способностью 45, 40, 35, 30, 25 и 18 микрон;

2) средняя паста с абразивной способностью 17, 15, 10 и 8 микрон;

3) тонкая паста 7, 6, 4 и 1 микрон.

Число микрон, характеризующее пасту, представляет не размер ее зерен, а ее абразивную способность, т. е. толщину слоя металла, снимаемого во время доводки пастой при прохождении изделием пути, равного 40 м.

Различная абразивная способность паст достигается различными температурами прокаливания окиси хрома, изменяющими величину ее зерен. Другие составляющие пасты влияют на ускорение процесса доводки, оказывая химическое воздействие на обрабатываемую поверхность. Состав пасты ГОИ приведен в табл. 3.

Таблица 3

Состав пасты ГОИ

Паста ГОИ	Химический состав в %							Температура прокаливания окиси хрома в °С
	Прокаленная окись хрома, приготовленная из бихромата калия с серой	силикат	стеарин	расщепленный жир	керосин	олеиновая кислота	сода двууглекислая	
Грубая	81	2	10	5	2	—	—	1600
Средняя	76	2	10	10	2	—	—	1200
Тонкая	74	1	10	10	2	2	0,2	600

Отличие пасты ГОИ от других паст и порошков состоит в том, что она, главным образом, производит химическую доводку, а не механическую, т. е. вещества, входящие в состав пасты ГОИ, хи-

мически действуют на поверхность металла, образуя тонкую мягкую пленку, сцарапываемую зерном окиси хрома, а затем образующуюся вновь и вновь сцарапываемую в процессе доводки. Термически обработанная окись хрома имеет повышенные режущие свойства и способность не вдавливаясь в поверхность изделия. Это дает возможность производить доводку пастами не только закаленных, твердых металлов, но и мягких.

Чем же следует руководствоваться при выборе того или иного абразивно-доводочного материала?

1. Лучшими материалами для предварительной доводки поверхности закаленной стали являются электрокорунд и грубая и средняя пасты ГОИ. Первая — выгоднее при механической и ручной доводке больших поверхностей, вторая — при ручной доводке небольших поверхностей изделия, но при большой поверхности притира.

2. При небольших припусках на доводку не следует выбирать грубые номера абразивных материалов, так как риски, полученные при доводке этими материалами, могут оказаться невыведенными при полировании.

3. При значительном припуске доводку следует начинать с грубых номеров микрошлифпорошков с постепенным переходом на более мелкие, от М 28 до М 10.

3. СМАЗЫВАЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА ПРИ ДОВОДКЕ

Доводка без смазывающих веществ приводит зерна абразивного материала к преждевременному затуплению. При этом изделие и притир быстро нагреваются и изделие коробится. Применение смазывающих веществ повышает точность работы, ускоряет процесс доводки, оказывая химическое действие на поверхность изделия, и увеличивает ее гладкость. При доводке чаще всего применяют следующие смазывающие вещества: керосин, масла животные и растительные и авиационный бензин. Для различных видов работ рекомендуют смазывающие вещества, приведенные в табл. 4.

Смазывающее вещество при доводке равномерно распределяет абразивный материал на поверхности притира и позволяет легко удалять стружку вместе со смазкой при очистке притира от негодного абразивного материала. Процесс доводки может быть ускорен добавлением в смазывающее вещество небольшого количества стеариновой кислоты.

Смазывающее вещество вместе с абразивным материалом наносят на притир тонким слоем. Чем точнее работа, тем тоньше должен быть слой смазки и абразивного материала. Большое количество смазывающего вещества мешает соприкосновению трущихся поверхностей и замедляет процесс доводки. Кроме того, при большом количестве смазывающего вещества абразивные зерна скатываются с притира вместе с жидкостью и не участвуют в процессе доводки. Это снижает ее производительность. При

Таблица 4

Назначение смазывающих веществ для доводки

Вид смазки	Назначение смазки
Авиационный бензин	Окончательная доводка большинства видов калибров на чугунных или стеклянных притирах тонкой пастой ГОИ
Авиационный бензин с парафином	Предварительная доводка измерительных поверхностей твердых сплавов карбидом бора
Гарное масло	Предварительная доводка резьбовых калибров-пробок
Керосин	Грубая и предварительная доводка большинства видов калибров
Керосин со стеарином	Доводка внутренних цилиндрических поверхностей калибров
Прованское масло	Окончательная доводка измерительных поверхностей из твердых сплавов алмазной пылью
Сало	Окончательная доводка резьбовых калибров-пробок
Сало со стеарином и парафином	Доводка деревянными притирами штихмассов

больших скоростях доводки смазочное вещество заклинивается между доводимой поверхностью притира, края изделия обрабатываются больше и поверхность получается выпуклой.

Лекальщики, усвоившие это, производят окончательную доводку на сухой поверхности притира, почти свободной от шлифовального порошка и смазывающего вещества; при этом получается зеркальная и ровная поверхность изделия.

4. МАТЕРИАЛ ПРИТИРОВ

Чтобы в поверхность притира можно было вдавить зерна доводочного порошка, материал притира должен быть всегда мягче материала обрабатываемого изделия. Если для притира взять материал более твердый, чем изделие, то зерна порошка могут вдавиться в поверхность изделия и оно начнет работать как притир. Кроме того, при твердом материале притира происходит дробление зерен порошка, приводящее к неравномерным штрихам на обработанной поверхности.

Твердость материала притира необходимо выбирать в соответствии с требованиями, предъявляемыми к изделию. Если нужно получить только чистую поверхность, то применяют притир из

мягкого материала, например, свинца. Если требуется сохранить точную форму и размеры, то необходимо пользоваться притиром из более твердого материала, например, чугуна.

Материалами для притиров служат: дерево (липа или береза), свинец, красная медь, латунь, чугун и стекло.

Чтобы форма и размеры притира дольше сохранились, притир изготавливают из твердого чугуна, имеющего твердость 180—200 единиц по Бринелю. Для окончательной доводки применяют притиры, изготовленные из более мягкого чугуна, имеющего твердость 160—180 единиц по Бринелю. Однако чугун обладает двумя недостатками: в твердую поверхность чугуна вдавливаются мало шлифовальных зерен, что замедляет процесс доводки, и чугун из-за хрупкости непригоден для доводки острых углов. Несмотря на это, чугун является наиболее распространенным материалом притиров для большинства лекальных работ.

Притиры из латуни и красной меди применяют в том случае, когда приходится доводить калибры небольших размеров.

Доводка стеклянными притирами дает высокую точность поверхности, но такая доводка недостаточно производительна и применяется только для окончательной доводки калибров высокой точности и концевых мер длины.

Для изготовления притиров вполне подходящим материалом может служить зеркальное стекло.

Полировальники из свинца и твердого дерева используются для полирования изделий, когда изделиям уже приданы окончательная форма и размеры.

5. РЕЖИМЫ ДОВОДКИ

На качество доводки оказывают существенное влияние величина давления доводимой поверхности на притир и скорость перемещения изделия относительно притира.

Повышение давления на доводимую поверхность увеличивает съем металла при доводке. Наиболее производительно проходит доводка при давлении 1,5—4 кг/см². Дальнейшее повышение давления не увеличивает производительности, но ухудшает качество. При окончательной доводке давление должно быть меньше.

При доводке большое значение имеет скорость перемещения изделия относительно притира. С увеличением скорости растет производительность процесса. Однако при очень большой скорости изделие нагревается от трения. При этом, чтобы проверить размеры изделия, нужно затратить время на его остывание. Кроме того, при излишне большой скорости смазка заклинивается между изделием и притиром и разбрызгивается вместе со шлифующим материалом. Поэтому, чем точнее размеры изделия, тем меньше должна быть скорость доводки. Средняя скорость движения притира или изделия для предварительной механической доводки 35—40 м/мин; для окончательной доводки скорость должна быть 25—28 м/мин, а для полирования 18—29 м/мин.

Особенно отрицательно сказывается большая скорость при доводке хромированных поверхностей. Она приводит к сползанию хрома и порче поверхности.

6. ШАРЖИРОВАНИЕ ПРИТИРОВ

Процесс доводки требует, чтобы абразивные зерна доводочного материала вдавились в мягкую поверхность притира. Вдавливание доводочного материала в поверхность притира называется шаржированием притира.

Шаржирование может производиться двумя способами: либо абразивные зерна насильно вдавливаются в поверхность притира, либо используется естественная способность зерен шлифовального порошка самостоятельно вдавливаясь в процессе доводки в мягкий материал притира.

Чтобы принудительно шаржировать плоский притир, его поверхность покрывают тонким и ровным слоем шлифовального порошка и вдавливают последний при помощи сильного нажима стальным закаленным брусом, роликом или специальным инструментом, основание которого подобно пресс-папье имеет цилиндрическую форму. Чтобы шаржировать по первому способу круглые притиры, применяют стальную плиту. Плитку посыпают шлифовальным порошком и катают по ней круглый притир до тех пор, пока его поверхность не покроется зернами порошка. Шаржированную поверхность надо очистить тряпкой от излишков абразивного материала и проверить, нет ли на ней блестящих пятен. Обнаружив пятна, вновь продолжают шаржировать до тех пор, пока вся поверхность не получит равномерный серый цвет.

Вдавливание абразивных зерен необходимо производить везде с одинаковой силой. Если притир шаржирован слишком сильно, то во время работы абразивный материал будет выпадать, кататься между изделием и притиром и портить поверхность изделия. Поэтому не нужно стремиться к сильному шаржированию притира и, достигнув равномерного насыщения поверхности, шаржирование прекращать, а лишний шлифовальный порошок удалять с поверхности притира.

Принудительное шаржирование применяют только для твердых абразивно-доводочных материалов.

При естественном способе шаржирования поверхность притира или изделия перед началом работы покрывают тонким слоем полужидкой пасты, которая в процессе доводки вдавливается в более мягкую поверхность притира. Второй способ шаржирования дает меньшую точность, так как при нем трудно нанести и вдавить в притир ровный слой шлифовального порошка. Однако лекальщики пользуются преимущественно этим способом шаржирования, так как он прост. При работе мягкими доводочными материалами применяется только естественный способ шаржирования.

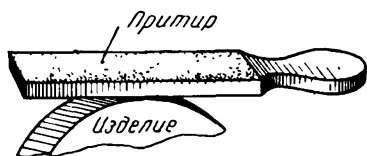
ТИПЫ ПРИТИРОВ И ДОВОДОЧНЫХ СТАНКОВ

Притиры, применяемые для доводки и полирования, можно разделить на две основные группы.

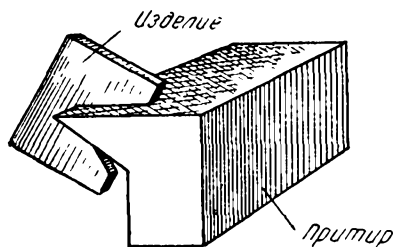
Первая группа — притиры, работающие при соприкосновении с изделием по одной линии. Такие притиры применяются преимущественно при весьма тонкой доводке и полировании круглых изделий (фиг. 49). Ими пользуются как напильниками, касаясь доводимой поверхности одной плоскостью притира и нажимая на его края.

Вторая группа — притиры, работающие при полном соприкосновении поверхностей. К таким притирам относятся плоские притиры (фиг. 50) для обработки плоскостей (притирочные плиты), цилиндрические притиры (стержни и кольца), резьбовые и профильные притиры.

Притиры, работающие при полном соприкосновении поверхностей, более производительны, нежели притиры, работающие по



Фиг. 49. Притир для доводки по наружному диаметру.



Фиг. 50. Плоский притир.

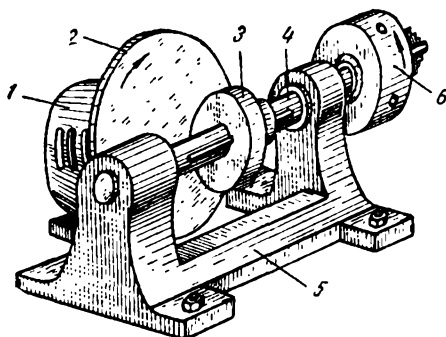
одной линии. Однако выделение большого количества тепла делает невозможным применение притиров второй группы при особо тонкой и точной доводке. Но для большинства лекальных работ они оказываются вполне пригодными, если соответствующим образом подобрать пасты, микропорошки и режимы доводки. В станках для механической доводки используют притиры и первой, и второй группы.

Для механической доводки измерительных инструментов применяются доводочные бабки или доводочные станки.

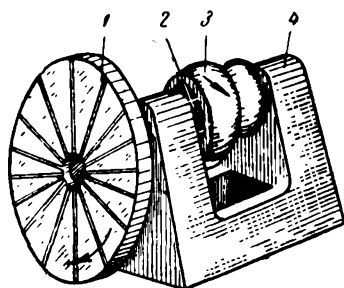
Например, для доводки круглых поверхностей применяются доводочные бабки и доводочные станки; для доводки плоскостей измерительного инструмента применяются доводочные бабки с притирочными дисками (фиг. 52); для доводки и шлифования скоб иногда используются специальные станки.

Доводочная бабка (фиг. 51) состоит из фрикционного диска 2, вращаемого при помощи мотора 1 и силой трения, приводящего во вращение ролик 3. Ролик 3 скользит по шпонке шпинделя 4 доводочной бабки 5. На шпиндель накрут патрон 6, в котором зажимается изделие. Если изменить положение ролика 3 по

отношению к оси вращения фрикционного диска, шпиндель изменит число оборотов, понизив или увеличив скорость вращения калибра, закрепленного в патроне доводочной бабки. Перемещение притира при доводке производится вручную.

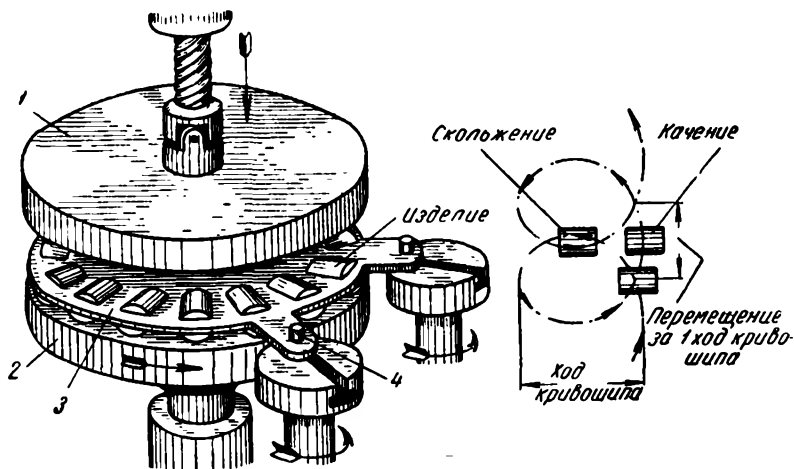


Фиг. 51. Доводочная бабка:
1 — мотор с редуктором; 2 — фрикционный диск;
3 — ролик; 4 — шпиндель; 5 — станина; 6 — патрон.



Фиг. 52. Бабка с притирочным диском:
1 — притирочный диск; 2 — шпиндель;
3 — приводной шкив; 4 — станина.

На фиг. 52 изображена доводочная бабка с притирочным диском 1, на поверхности которого сделаны радиальные канавки.



Фиг. 53. Механическая доводка калибров:
1 — верхний притирочный диск; 2 — нижний притирочный диск; 3 — сбойма; 4 — палец кривошипа.

Шпиндель 2 бабки смонтирован в станине 4 и приводится во вращение шкивом 3 от мотора через ременную передачу. Обрабатываемое изделие слегка прижимают пальцами к поверхности

притирочного диска 1 и медленно водят от центра диска к краю и обратно. Изделие при доводке поворачивают в плоскости диска в разных направлениях.

Схема работы одного из станков для доводки калибров показана на фиг. 53.

Верхний притирочный диск 1 неподвижен и своим весом давит на обрабатываемые калибры; нижний притирочный диск 2 вращается. Калибры располагаются свободно в гнездах обоймы 3, которая получает колебательное движение от пальца кривошипа 4, расположенного эксцентрично по отношению к оси вращения пригира (ось пальца не совпадает с осью притира). В результате этого калибры проходят путь по кривой, показанной на схеме. На этом пути калибры делают следующие перемещения: скольжение, качение и скольжение, качение, качение и скольжение, скольжение и т. д.

Эти станки очень производительны, дают чистую поверхность калибров. Однако, калибры получаются не цилиндрическими, а гранеными, но эта огранка может быть легко устранена при помощи ручного полирования.

8. ТЕХНИКА ДОВОДКИ И ПОЛИРОВАНИЯ

Ранее были рассмотрены основные положения доводки и полирования, описаны оборудование и инструмент для них. Но как же практически доводят и полируют изделия, т. е. в чем состоит техника доводки калибров слесарями-лекальщиками?

Слесари-лекальщики осуществляют, главным образом, доводку плоских и профильных поверхностей. Доводка цилиндрических и резьбовых калибров производится рабочими других профессий.

Техника доводки плоских и профильных поверхностей состоит в том, что на поверхность шаржированного притира помещают изделие и, надавливая на него, передвигают его по поверхности. При движении изделия зерна шлифовального порошка снимают с изделия очень тонкий слой металла.

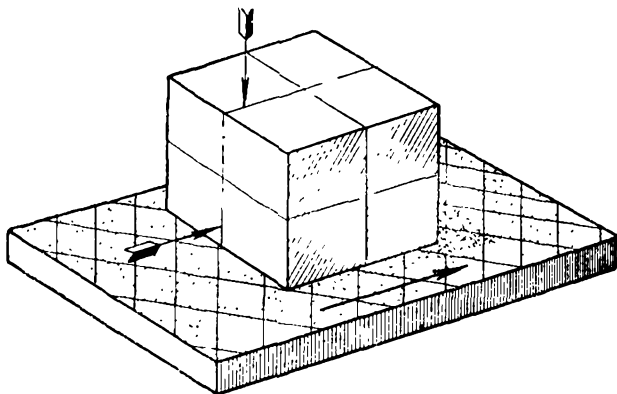
Доводку небольших плоскостей обычно осуществляют на чугунных притирочных плитах. Плиты устанавливаются неподвижно. Притирочные плиты для предварительной доводки снабжаются продольными и поперечными грязевыми канавками (видны на фиг. 50), в которые собираются излишки шлифовального порошка и продукты истирания материала. Притирочная плита для окончательной доводки и полирования грязевых канавок не имеет. Чтобы плита изнашивалась равномерно и чтобы использовались все зерна шлифовального порошка, шаржированные в притир, необходимо перемещать изделие по всей поверхности плиты.

Одним из главных условий качественной доводки является получение после нее правильной плоскости изделия.

Обработанная плоскость калибра-изделия не должна иметь завалов и перекосов. Это достигается нужным размещением усилий, прилагаемых к калибру в процессе доводки, и соответствующим

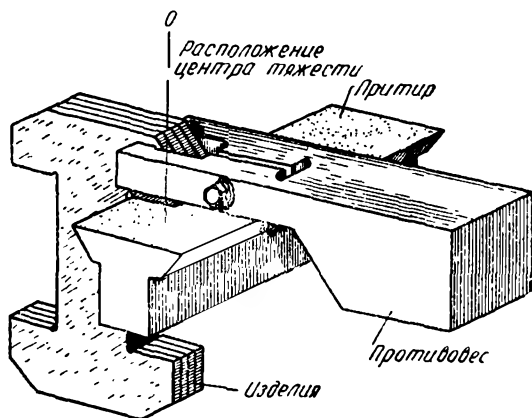
шим расположением центра тяжести калибра, перемещаемого по притиру.

Как видно из фиг. 54, вертикальное усилие, т. е. давление на притир, должно быть перпендикулярным к его рабочей поверхно-



Фиг. 54. Расположение усилий при доводке.

сти, а точка приложения этого усилия должна лежать не в центре доводимой поверхности, а ближе к работающему. Горизонтальное



Фиг. 55. Положение центра тяжести при доводке.

усилие, сообщаемое движению изделию, должно располагаться возможно ниже.

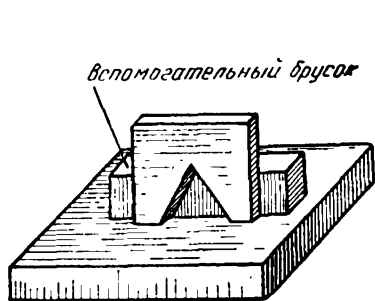
Нарушение этого правила приводит к завалу поверхности со стороны, удаленной от работающего.

При доводке важно учесть и положение центра тяжести изделия. Центр тяжести должен лежать низко, в центре доводимой поверхности, т. е. изделие должно быть уравновешено. Уравновешивание изделий (фиг. 55) достигается применением специальных противовесов.

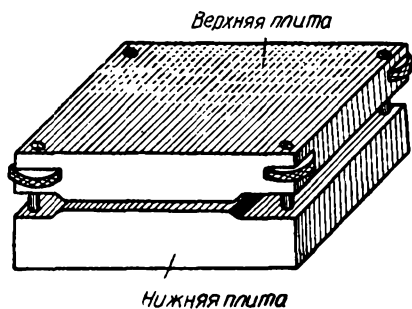
Лекальщику невысокой квалификации, в особенности при доводке одиночных плоских калибров, трудно получить поверхность, правильную и перпендикулярную боковым плоскостям изделия. В таких случаях применяют закаленный стальной брусок, создающий дополнительную опорную плоскость при доводке изделия (фиг. 56). Этот брусок кладется на плиту, к нему прижимается плотно изделие и они совместно доводятся на плите.

При доводке дуговых участков профилей на круглых притирах (валиках) вместо бруска пользуются V-образными призмами.

Рабочие поверхности притиров должны быть тщательно обработаны и доведены. Их неточность не должна превышать 0,002 мм. При больших неточностях притиры надо ремонтировать. Ремонт притиров производится доводкой рабочих плоскостей на точной чугунной плите пастами ГОИ или электрокорундовыми микро-



Фиг. 56. Вспомогательный брусок для доводки.



Фиг. 57. Приспособление для доводки концевых мер.

шлифпорошками. Чтобы рабочая поверхность притиров и притирочных плит была точной, их правят. Правка состоит в том, что при помощи микрошлифпорошка и керосина взаимно притирают три плиты. При правке стремятся получить однородную матовую поверхность на всей поверхности притира.

При работе пастами ГОИ чугунную и стеклянную плиту слегка смачивают, затем почти досуха вытирают полотенцем и покрывают равномерным и очень тонким слоем грубой пасты. После этого изделие, подлежащее доводке, накладывают на один из углов плиты и спокойно двигают к другому углу. Более пяти-семи раз проходить по одному и тому же месту не рекомендуется, так как паста теряет свои режущие свойства и перестает снимать металл. Если нужные размеры изделия не достигнуты, надо смыть отходы пасты и вновь покрыть пастой поверхность притирочной плиты. После того, как нужные размеры изделия будут достигнуты, производят полировку тонкой пастой. Для этого нужно иметь притирочные плиты, обработанные более тщательно. Их нельзя засорять грубыми пастами.

Доводка рабочих плоскостей концевых мер малого размера производится между двумя плитами (фиг. 57). Регулирование

расстояния между ними осуществляется подъемными винтами с мелкой резьбой, расположенными по краям этого приспособления. Обычно таких приспособлений делают два: одно для предварительной доводки — с чугунными притирочными поверхностями, второе для окончательной доводки — со стеклянными притирочными поверхностями. Доводка осуществляется при помощи особого поводка. Этот поводок представляет собой металлическую пластинку, в прямоугольное окно которой вставляется обрабатываемая плитка (фиг. 58). Толщина поводка должна быть меньше толщины плитки.

Большие плоскости доводятся на вращающихся медных или чугунных дисках специальной доводочной бабки (см. фиг. 52) или на неподвижных плитах. Первый способ менее точен и применяется для предварительной доводки, второй способ — для окончательной.

Доводку на этих дисках надо вести так, чтобы изделие не нагревалось. Как только температура нагрева повысится до такой



Фиг. 58. Поводок для доводки концевых мер.

степени, что изделие будет трудно держать в руках, его необходимо охладить до нормальной температуры. Большая скорость вращения диска опасна для рабочего. Поэтому, чтобы изделие не вырвало из рук и чтобы нажим был правильным, применяют деревянные державки, в которые помещается изделие на половину своей толщины.

Доводку ведут с применением охлаждающего и смазывающего вещества. При сухой доводке происходит быстрое затупление зерен абразива и труднее получить чистую поверхность изделия.

Недостаточно чистая поверхность, неправильная форма и размеры изделия, полученные при доводке, делают изделие браком.

Недостаточная чистота поверхности получается при работе слишком грубыми шлифовальными порошками, при неправильном выборе смазки и неаккуратном ведении процесса доводки. Для устранения брака необходимо выбирать подходящие для данной работы абразивно-доводочные материалы, смазывающие вещества, проверять их чистоту и чистоту притиров, не пользоваться одними и теми же притирами для доводки и полирования.

Неправильность формы изделия вызывается искажением формы притира и его неравномерным износом. При доводке круглых поверхностей на доводочных станках (см. фиг. 53) изделие часто получает так называемую огранку. Избегают образования этих неправильностей частым исправлением поверхности притира, равномерным передвижением изделия по всей поверхности прити-

ра с целью сохранения его формы. Огранка удаляется ручной доводкой. Отклонения в размерах изделий получаются в результате искажения формы притира и его неправильной установки, а также неправильной установки изделия относительно плоскости притира, нагрева изделий во время снятия большого припуска на доводку и ошибок в измерении изделия во время работы.

Чтобы полностью избежать получения неправильных размеров изделий, необходимо производить доводку только на притирах с точными поверхностями (без неровностей и раковин, без завалов, грубых рисок и забоин); правильно устанавливать притир и точно, без перекаса, устанавливать изделие на притире. На все места поверхности изделия при доводке нужно нажимать равномерно. Для точной установки изделия пользуются направляющими брусками и применяют специальные направляющие приспособления, называемые в слесарно-лекальном деле наметками.

На точность размеров также влияет нагрев изделия выше 50° С. При этой температуре доводку прекращают и изделие охлаждают до нормальной температуры.

Припуск на доводку и полирование должен быть минимальным. При больших припусках притир изнашивается, теряет правильную форму и искажает размеры обрабатываемого изделия.

Измерения нужно производить внимательно и только исправным инструментом; измерять изделие только после охлаждения до нормальной температуры.

Важным условием качественной доводки является чистота рабочего места в помещении. Засоренность и грязь очень часто служат источником загрязнения доводочных материалов и притиров и приводят к образованию на доведенных поверхностях грубых рисок и царапин.

Процесс доводки плоскостей и профильных поверхностей до настоящего времени еще мало механизирован. Это объясняется трудностью получения качественной поверхности при существующих способах механической доводки.

9. ПРИНЦИПЫ СТАХАНОВСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДОВОДОЧНЫХ РАБОТ

Процесс доводки и полирования измерительных инструментов — главное в работе слесаря-лекальщика. Это — еще мало изученный процесс. Поэтому именно здесь может найти особенно широкое применение инициатива и смекалка стахановцев-лекальщиков.

Основой стахановских успехов является глубокое освоение и непрерывное совершенствование техники производства, рациональная организация рабочего места и производственного процесса.

Как же организуют свой труд стахановцы при доводке и полировании?

Важным этапом служит правильная и своевременная подготовка к работе. Перед началом работы готовят необходимые материалы (полотенце, вату, шлифовальные порошки, пасту, смазывающие вещества), инструмент (режущий, измерительный), притиры, зажимы. Затем очищают от смазки, проверяют, настраивают на нужный размер и приводят к нормальной температуре все измерительные инструменты и приборы. Все это раскладывается на верстаке на свои постоянные места, в наиболее удобном для работы положении. После этого проверяют и доводят на плите рабочие плоскости притиров. И, наконец, если приходится работать мягкими доводочными материалами, готовят доводочную пасту и наносят ее на притир, при работе твердыми — шаржируют его поверхность.

Очень важно, чтобы этот подготовительный этап в работе лекальщика выполнялся до начала процесса доводки.

Не менее важным этапом в стахановской организации доводочных работ является непосредственно сам процесс доводки.

Необходимо стремиться к тому, чтобы доводилось одновременно несколько изделий (доводка в пакете), имелся запас однородных работ и параллельно, а не последовательно выполнялись отдельные однородные операции: например, предварительная доводка плоскостей у всех изделий, затем окончательная доводка плоскостей у всех изделий, после этого полирование всех плоскостей.

Большой эффект дает комплексная доводка нескольких поверхностей калибров на комплексных и регулируемых притирах.

Очень важен порядок доводки отдельных поверхностей калибров.

Большого повышения производительности доводки, например, добился лекальщик А. М. Чугунов, применяя разработанный им порядок доводки и кантовки сложных профильных калибров, описанный ниже в главе VIII.

Следует широко внедрять всевозможные, в том числе и описанные в этой книге, приспособления, облегчающие правильную установку изделия на притире и ускоряющие процесс доводки: правильный выбор абразивно-доводочных и смазывающих материалов обеспечит лекальщику высокую производительность труда при доводке.

Широкое поле деятельности для проявления стахановской инициативы представляет собой такая, например, область, как механизация процесса доводки. Часто лекальщики используют для этой цели настольные сверлильные станки, снимая излишний припуск, оставленный на доводку.

Важным условием успешной работы лекальщика является умение рассчитать и сохранить свои силы, избежать преждевременного утомления.

Нужно приучать себя к тому, чтобы обе руки одинаково могли участвовать в процессе доводки; следует попеременно работать

то одной, то другой рукой. Этим достигается меньшая утомляемость, а следовательно, более энергичный и более постоянный нажим изделия на притир.

Все вспомогательные работы (соединение изделий в пачки, настройка измерительных инструментов, приготовление смеси и шаржирование притиров) нужно выполнять до начала доводки, т. е. между вспомогательными и основными операциями должно быть осуществлено четкое разграничение.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Что такое доводка?
 2. Что такое полирование?
 3. Какие абразивно-доводочные материалы применяются при доводке и полировании? В чем разница между твердыми и мягкими материалами?
 4. Как влияет величина зерна абразивного материала на производительность и качество доводки? Что такое абразивная способность материала?
 5. Что такое микрошлифпорошки и как их получают?
 6. Какой микрошлифпорошок крупнее М10 или М20? Что означают цифры 10 и 20 в условном обозначении микрошлифпорошка?
 7. Что такое паста ГОИ и чем объясняется ее высокая абразивная способность?
 8. Каковы преимущества и недостатки паст, изготавливаемых из нормальных доводочных материалов, по сравнению с пастами ГОИ?
 9. Какие смазывающие вещества применяются при доводке? Какое значение имеют густота смазки, толщина смазывающего слоя и слоя абразивного материала при доводке?
 10. Какое значение имеет твердость материала притира в процессе доводки?
 11. При каком давлении наиболее производительно идет процесс доводки?
 12. Какие скорости резания применяются при предварительной, окончательной доводке и полировании?
 13. В чем заключается процесс шаржирования? Какие виды шаржирования существуют?
 14. Какие типы притиров применяются при доводке?
 15. Каковы правила получения точной плоскости при доводке?
 16. Как производится доводка плоскостей на притирочных плитах?
 17. Как доводятся, плоскости концевых мер малого размера?
 18. Каковы виды и причины брака при доводке и полировании?
-

ГЛАВА IV

ШЛИФОВАНИЕ

1. ПРОЦЕСС ШЛИФОВАНИЯ

При шлифовании изделие получает точные размеры, чистую поверхность и правильную форму. Точность и высокое качество обработки шлифованием объясняется тем, что в работе одновременно участвует большое количество лезвий (зерен) режущего инструмента (шлифовального круга), снимающих весьма тонкие стружки.

Шлифование широко применяют в металлообрабатывающей промышленности, особенно при обработке изделий, не поддающихся воздействию обычного режущего инструмента. Оно также начинает широко заменять строгание, фрезерование, пришабривание, резание металла пилами, ножовками и тому подобные операции.

Шлифование облегчает ручной труд слесаря-лекальщика, помогает легко получить правильную геометрическую форму изделия, нарушенную термической обработкой, и точный размер с наименьшим припуском на доводку и полирование.

На современных шлифовальных станках можно обрабатывать поверхности изделий с высокой степенью точности, достигающей до двух микрон (0,002 мм).

2. ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ

Шлифовальный круг — это пористое тело, состоящее из твердых зерен абразивных материалов, связанных друг с другом цементирующим веществом. Строение шлифовального круга изображено схематически на фиг. 59. Черные пятна на этой фигуре — это зерна абразивного материала; поле, покрытое точками, — связка (цементирующее вещество); белые пятнышки — поры в связке.

Характерной особенностью шлифовального круга считается его способность сохранять долгое время режущие свойства в результате самозатачивания в процессе шлифования. Это явление объясняется тем, что затупившиеся зерна круга выкрашиваются частично или полностью и на смену им в работу вступают либо новые зерна, либо остатки разрушенных зерен, вновь получившие острые грани.

Качество поверхности изделия при шлифовании зависит прежде всего от правильного выбора шлифовального круга, от его характеристики или паспорта, т. е. формы и размера круга, абразивного материала, связки, зернистости, твердости и структуры.

Правильно подобрать характеристику круга — задача нелегкая, так как даже доброкачественный круг может оказаться негодным, если его характеристика не соответствует условиям работы. Это несоответствие приводит или к преждевременному износу круга, или к его затуплению.

Работа затупившимся кругом вызывает так называемое дробление или огранку обработанной поверхности, прижоги (темные пятна, вызываемые чрезмерным нагревом), увеличение потребляемой мощности и сопровождается особым шумом. Часто из-за неправильно подобранной характеристики круга происходит то, что стружка обрабатываемых материалов втирается в круг, засаливает его, и вместо шлифования начинается вредная работа трения.

Абразивные материалы, применяемые для изготовления шлифовальных кругов, делятся на два вида: природные (наждак, корунд, кварц) и искусственные (электрокорунд и карбид кремния).

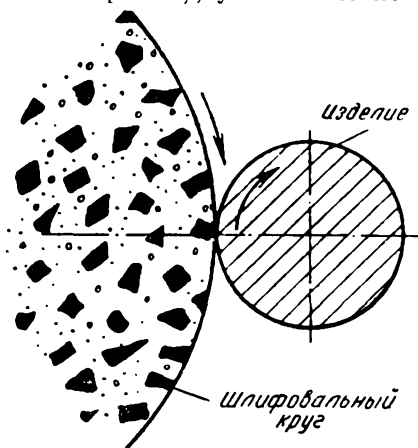
Наждак представляет собой гсрную породу, состоящую из смеси корунда и магнетита (железной руды). Для шлифовальных кругов в последнее время наждак почти не применяют. Он используется, главным образом, только в виде порошка при изготовлении шлифовальной шкурки и паст для полирования.

Наждак условно обозначается буквой Н.

Корунд — окись алюминия — в чистом виде встречается редко. Разновидности корунда (корунд сероватого и желтоватого цвета) имеют высокую твердость. Вязкость корунда незначительна, поэтому корундовые круги используются для более легких работ, т. е. когда зернам круга приходится выдерживать небольшое давление. Естественный корунд обозначается буквой Е.

В настоящее время природные абразивные материалы почти вышли из употребления как материал для изготовления шлифовальных кругов, уступив место более качественным искусственным материалам: электрокорунду и карбиду кремния.

Электрокорунд, или искусственный корунд, — это продукт, получаемый плавкой глины (бокситов) в электрических печах.



Фиг. 59. Строение шлифовального круга.

Электрокорунд нормальный, называвшийся ранее алундом, содержит 92—97% окиси алюминия и окрашен в темные и светлорусые цвета. Большая вязкость зерна делает электрокорунд особо пригодным для обработки очень прочных и твердых материалов: незакаленных и закаленных сталей, ковкого чугуна, нержавеющей, марганцовистых сталей и др. Его условно обозначают буквой Э.

Белый и розовый электрокорунды, ранее широко известные под названием корракса, изготавливаются из высококачественного сырья — глинозема, представляющего чистую окись алюминия, содержат 98—99% окиси алюминия и применяются при изготовлении высококачественных кругов для чистовой обработки закаленных и цементированных сталей, малолегированной быстрорежущей стали и для шлифования резьбы на специальных резьбошлифовальных станках. Зерна белого электрокорунда обладают большой твердостью, но меньшей вязкостью, чем зерна нормального электрокорунда, а поэтому изготовленные из него шлифовальные круги могут работать на меньших глубинах резания и употребляются, главным образом, для отделочных работ или для шлифования весьма твердых материалов (азотированный слой сормайт и др.). Шлифовальные круги из белого электрокорунда маркируются буквами ЭБ.

Карбид кремния (карборунд) представляет собой химическое соединение углерода с кремнием. Существует два сорта карбида кремния: черный, черного или темносинего цвета и зеленый (экстра), блестящего зеленого цвета различных оттенков. Черный карбид кремния имеет несколько больше примесей, чем зеленый. Они незначительно отличаются друг от друга по своим свойствам. Черный карбид кремния маркируется буквой К, а зеленый КЗ.

Зерна карбида кремния имеют острые ребра и очень высокую твердость, но малую вязкость и легко раздробляются. Поэтому карборунд применяется при обработке хрупких материалов (чугун, бронза), а также — вязких материалов с неособенно большой твердостью и прочностью (алюминий, медь, латунь). Хорошие результаты дает обработка карборундовыми кругами изделий из мрамора, гранита, фарфора, фибры, кожи и стекла. Зеленый карборунд (экстра) применяется, главным образом, при обработке металлокерамических твердых сплавов.

Связка шлифовальных кругов представляет собой цементирующий материал, соединяющий отдельные абразивные зерна в одно целое — абразивный круг. Наиболее употребительные связки: керамическая, бакелитовая и вулканитовая. Реже применяют силикатную и магнезиальную связки.

Для кругов с *керамической* связкой связывающим веществом служат огнеупорная глина, каолин, полевой шпат, тальк. Круги на керамической связке обладают высокой пористостью, хорошо отводят тепло и легко режут металл. Керамическая связка допускает работу всухую и с охлаждением. Круги на этой связке при-

меняют для шлифования незакаленных и закаленных сталей. Недостатком этих кругов считается то, что круги не могут работать при окружных скоростях больше, чем 35 м/сек. Условно эта связка обозначается буквой К.

Бакелитовая связка изготавливается из искусственной жидкой или порошкообразной смолы, называемой бакелитом. Бакелитовые круги по сравнению с керамическими имеют большую прочность и допускают окружные скорости до 40 м/сек. Шлифовальные круги, изготовленные на бакелитовой связке, применяют при обдирочных и разрезных работах и при плоском шлифовании. Они дают чистую поверхность и не прижигают ее, так как при работе такими кругами теплообразование меньше. К недостаткам бакелитовых кругов относят их повышенный износ, меньшую пористость, разрушаемость щелочными охлаждающими жидкостями (например, содовым раствором) и малую огнеупорность (бакелитовая связка выгорает при 300° С). Бакелитовая связка обозначается буквой Б.

В *вулканитовых* кругах связкой служит вулканизированный каучук. Круги на этой связке можно изготавливать очень тонкими и плотными. Они применяются на прорезных и разрезных работах, при фасонном шлифовании, заточке пил и бесцентровом шлифовании. Недостаток их — выгорание связки при температуре 150°. Вулканитовая связка обозначается (маркируется) буквой В.

Зернистостью шлифовального круга называют величину абразивных зерен, из которых он изготовлен. Зернистость обозначается номерами от десяти до трехсот двадцати и далее от М28 до М5. Номер зернистости соответствует числу отверстий на линейном дюйме сита, через которое просеивают зерна после их измельчения. Чем меньше номер зернистости, тем крупнее зерна круга. Круги крупнозернистые № 12, 14, 16, 20, 24, 30, 36 применяют для обдирочного шлифования с ручной подачей, среднезернистые № 46, 54, 60, 80 — для предварительного шлифования и заточки инструментов. Мелкозернистые круги № 100, 120, 150, 180 и тонкозернистые № 220, 240, 280, 320, М28 и М20 применяют при шлифовании резьбы, а также при фасонном и отделочном шлифовании.

При выборе зернистости круга необходимо учитывать еще и следующее: чем больше опасность засаливания круга, чем больше поверхность соприкосновения круга с изделием и чем мощнее станок, тем крупнее надо брать зерно.

Твердостью шлифовальных кругов называют не твердость абразивных зерен, а прочность связки, т. е. силу сцепления между зерном и связкой. Твердость кругов имеет свои условные обозначения, приведенные в табл. 5.

Твердые круги, обозначаемые, например, Т1, ВТ, применяют для мягких материалов; мягкие, обозначаемые, например, М1, СМ1, СМ2, применяют для твердых материалов. Исключение

Таблица 5

Условные обозначения твердости кругов

Степень твердости	Обозначение твердости по ГОСТ	Степень твердости	Обозначение твердости по ГОСТ
Чрезвычайно мягкие	ЧМ	Среднетвердые	СТ1
Весьма мягкие	ВМ1		СТ2
	ВМ2		СТ3
Мягкие	М1	Твердые	Т1
	М2		Т2
	М3	Весьма твердые	ВТ1
Среднемягкие	СМ1		ВТ2
	СМ2	Чрезвычайно твердые	ЧТ1
Средние	С1		ЧТ2
	С2		

представляют медь, алюминий, свинец, латунь, которые шлифуются обязательно мягкими кругами.

Круг должен быть тем мягче, чем больше поверхность соприкосновения круга с изделием и чем больше скорость его вращения и подача. При ручных подачах круг должен быть тверже, чем при автоматических. У мелкозернистых кругов должна быть меньше твердость, чем у крупнозернистых.

Сухое шлифование производят более мягкими кругами по сравнению с кругами для шлифования с охлаждением.

Чем чище должна быть обрабатываемая поверхность и чем точнее размеры шлифуемого изделия (при небольшой поверхности шлифования), тем мягче должен быть круг.

Очень важное значение для работы шлифовального круга имеет его структура.

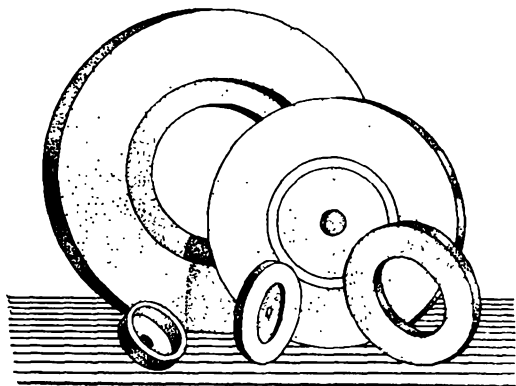
Под структурой понимается расстояние между зернами шлифовального круга, регулируемое количеством пор и связки. Структуры бывают плотные № 0, 1, 2 и 3, средние № 4, 5, 6, 7 и открытые № 8, 9, 10, 11 и 12. Чем больше номер структуры, тем больше расстояние между зернами шлифовального круга. Круги с плотными структурами применяются для грубых, обдирочных работ. Круги с открытыми структурами применяются в тех случаях, когда соприкосновение шлифовального круга и изделия происходит по большой поверхности, например, при внутреннем или плоском шлифовании.

Так, при плоском шлифовании наиболее подходящей структурой является открытая структура № 8, а при наружном вполне подходит средняя структура № 5.

В настоящее время находят применение шлифовальные круги с еще более открытыми структурами (структуры 13—18), носящие название высокопористых. Высокопористые шлифовальные круги значительно легче структурных и величина их пор всегда больше величины абразивного зерна.

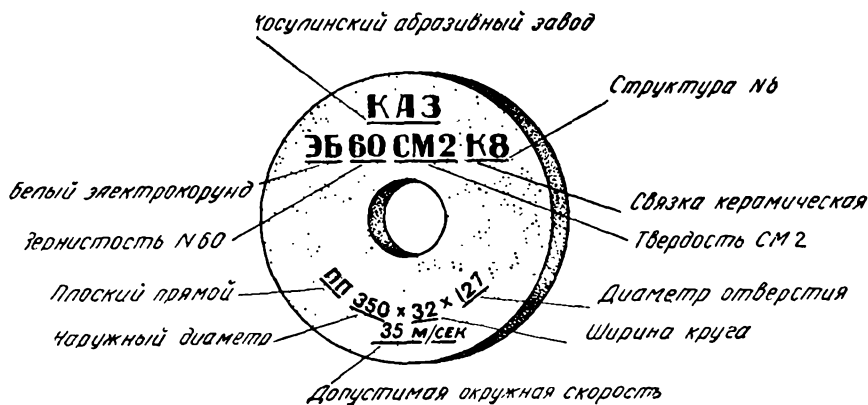
При работе такими кругами создается усиленный приток воздуха к поверхности изделия, охлаждающий ее и позволяющий осуществлять шлифование с большими режимами резания.

Высокопористые круги дают возможность производить скоростное шлифование.



Фиг. 60. Шлифовальные круги.

В зависимости от их назначения абразивные инструменты изготавливаются различных форм и размеров (фиг. 60). Согласно существующему ГОСТ 2447-52 и 2464-52 эти инструменты имеют



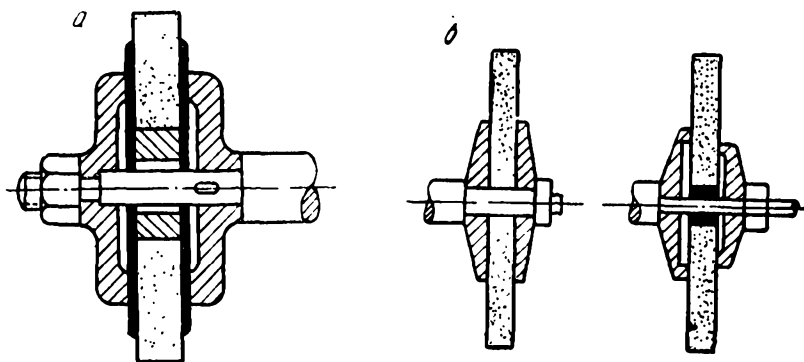
Фиг. 61. Маркировка шлифовального круга.

свыше 30 названий. Например, круги формы ПП называются плоскими кругами прямого профиля и применяются почти для большинства видов шлифования. Круги формы Д, называемые дисками, служат для различных прорезных работ. Круги формы 1К (кольцевые), ЧЦ (чашка цилиндрическая), ЧК (чашка коническая) применяются для плоского шлифования торцем круга, а ЧЦ и ЧК, кроме этого, употребляются для заточки инструментов.

Шлифовальные круги изготавливаются диаметром от 1 до 1100 мм. Выбор размера круга зависит от размеров станка и шлифуемых изделий.

На каждом шлифовальном круге делают маркировку, указывающую характеристику круга, допускаемую окружную скорость и завод-изготовитель. На фиг. 61 приводится пример маркировки шлифовального круга.

В зависимости от формы круга и конструкции шпинделя шлифовального станка существует несколько способов крепления шлифовальных кругов. Плоские круги крепятся на шпинделе посредством двух дисков или шайб (фиг. 62, а). Диаметр шайбы берется не меньше половины диаметра круга. С внутренней сто-



Фиг. 62. Крепление шлифовального круга:

а — правильно; б — неправильно.

роны шайбы подкладывают тонкие прокладки из кожи, резины или картона. Между шпинделем и отверстием оставляют зазор до 0,5 мм на случай, если шпиндель расширится от нагревания. Если диаметр отверстия круга мал, то его растачивают резцом или металлическим конусом; если же он велик, то заливают свинцом. На фиг. 62, б показан пример неправильного крепления круга.

3. БАЛАНСИРОВКА И ПРАВКА ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Производительность шлифовального станка и качество шлифования во многом зависят от тщательной балансировки круга, т. е. его уравновешенности. Несбалансированный (неуравновешенный) круг бьет по изделию, вызывая дробление поверхности. Подшипники шпинделя при работе несбалансированным кругом быстро изнашиваются и расход энергии, потребляемой станком, возрастает. Несбалансированный круг быстро изнашивается и может даже разорваться.

Балансировка состоит в том, что круг, насаженный на оправку, катится до упора по двум параллельным шлифованным вали-

кам балансировочного приспособления. Несбалансированный круг, пройдя некоторое расстояние по валикам, сделает несколько замедленных колебаний вперед и назад, пока совсем не остановится. Отметив мелом самую нижнюю точку круга, снова приводят круг во вращение. Когда круг остановится, отмечают мелом его самую нижнюю точку. Если и после второй остановки круга меловая отметка окажется внизу, необходимо переместить грузы, расположенные в канавке шайбы, на которой установлен круг, в сторону, противоположную меловой отметке. После нескольких проходов круга и соответствующих перемещений груза меловые отметки на круге расположатся в разных местах: внизу, сбоку и т. д. Когда этого добьются, круг можно считать отбалансированным. Так балансируют, например, плоские круги прямого профиля.

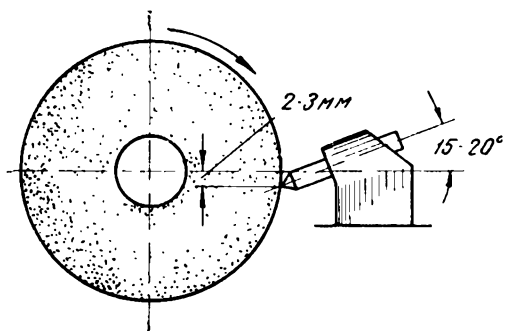
Сегментные круги, т. е. круги, составляемые из отдельных частей (сегментов), балансируют путем сбалансирования с сегментов части материала.

В процессе шлифования абразивные зерна круга постепенно изнашиваются и затупляются. Для удаления с

поверхности круга затупившихся зерен, а также для придания ему необходимой формы — круги время от времени правят, т. е. затачивают и выправляют их поверхность. Существует два метода правки — алмазная и безалмазная.

При алмазной правке инструментом служит оправка с вставленным в нее алмазом или алмазным карандашом. Алмазный карандаш представляет собой металлический цилиндр, с вкрапленными в него алмазными зернами. Алмазная правка, как дорогостоящая, применяется только в тех случаях, когда требуется исключительно высокая точность и качество шлифуемой поверхности. Во всех остальных случаях пользуются безалмазными правящими инструментами. При безалмазной правке инструментом служат абразивные круги и бруски, металлические шарошки, ролики, диски и конусы и, наконец, диски из твердых сплавов или из их крошки.

При правке шлифовальных кругов алмазами и алмазно-металлическими карандашами необходимо следить за тем, чтобы державка с алмазом устанавливалась под углом $15-20^\circ$ (фиг. 63) к оси круга. Правка должна производиться с охлаждением, причем струю воды нужно пускать до начала правки. Правку алмазом следует производить при наименьших окружных скоростях, допу-

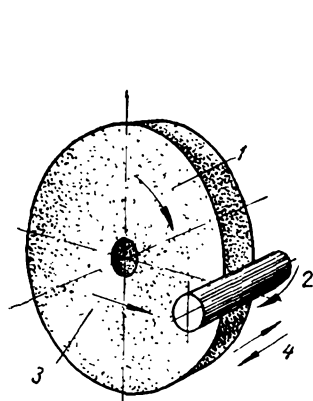


Фиг. 63. Правка шлифовального круга.

скаемых на данном станке, очень медленно и равномерно перемещающая алмаз вдоль поверхности круга. Перемещение надо производить не вручную, а пользуясь механизмами станка.

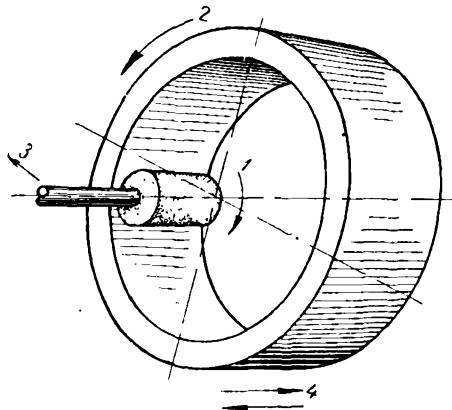
4. ВИДЫ ШЛИФОВАНИЯ

На шлифовальных станках выполняются самые разнообразные работы. Например, на круглошлифовальных станках выполняют наружное и внутреннее шлифование цилиндрических поверхностей, на бесцентровошлифовальных станках — наружное шлифование, на плоскошлифовальных станках обрабатываются плоскости. Специальные шлифовальные станки применяются для шли-



Фиг. 64. Схема наружного кругло шлифования:

1 — вращение шлифовального круга; 2 — вращение изделия или подача изделия; 3 — перемещение шлифовального круга или поперечная подача; 4 — перемещение изделия вдоль своей оси или продольная подача.



Фиг. 65. Схема внутреннего шлифования:

1 — вращение шлифовального круга; 2 — вращение изделия или подача изделия; 3 — перемещение шлифовального круга или поперечная подача; 4 — перемещение изделия вдоль своей оси или продольная подача.

фования зубьев шестерен (зубошлифовальные), для шлифования калибров. Заточные станки служат для заточки инструментов.

Процесс шлифования цилиндрической наружной поверхности изделия (фиг. 64) осуществляется при помощи вращения шлифовального круга в направлении, указанном стрелкой 1, вращения шлифуемого изделия по стрелке 2 (подачи изделия), перемещения изделия вдоль своей оси или шлифовального круга вдоль оси изделия в направлении стрелки 4 (продольной подачи), перемещения шлифовального круга в направлении стрелки 3 при каждом перемещении изделия вперед и назад (поперечной подачи).

Внутреннее шлифование (фиг. 65) осуществляется при помощи тех же движений круга и изделия, что и круглое шлифование.

На фиг. 66 показано два способа плоского шлифования: плоское шлифование цилиндрической поверхностью круга (фиг. 66, а) и плоское шлифование торцем круга (фиг. 66, б).

(незакаленных) изделий окружная скорость круга должна быть около 35 м/сек, для чугуна и закаленной стали 25—30 м/сек.

Продольная подача — это величина перемещения шлифовального круга вдоль оси изделия за один оборот изделия. Продольная подача измеряется в долях ширины круга на один оборот изделия. При шлифовании стали принимают продольную подачу от 0,3 до 0,7 ширины круга, при шлифовании чугуна от 0,3 до 0,85 ширины круга. При чистовом шлифовании продольную подачу принимают равной 0,2—0,3 ширины круга.

Окружную скорость изделия или подачу изделия определяют по формуле:

$$v_a = \frac{\pi d_a n_a}{1000} \text{ м/мин};$$

или

$$v_a = \frac{3,14 d_a n_a}{1000},$$

где d_a — диаметр изделия в мм;

n_a — число оборотов изделия в минуту;

1000 — число, служащее для перевода скорости изделия в м/мин.

Величина подачи изделия зависит от материала изделия и характера работы. При чистовом шлифовании подача изделия берется наименьшей.

Поперечная подача, или глубина шлифования, также зависит от материала шлифуемого изделия, характера работы и принимается не более 0,055 мм. Поперечная подача производится при каждом проходе круга по поверхности изделия.

При плоском шлифовании цилиндрической поверхностью круга на станках с прямоугольным столом рекомендуются такие режимы шлифования: подача изделия при черновом шлифовании в зависимости от операций и продольной подачи 7 — 25 м/мин и при чистовом 15—20 м/мин. Поперечная подача, или глубина шлифования, при черновом шлифовании 0,015—0,04 мм, при чистовом 0,005—0,01 мм; продольные подачи выбираются такими же, как и при круглом шлифовании.

Кроме режима работы при шлифовании большое значение имеет охлаждение. Оно обеспечивает работу с большими скоростями и более твердыми кругами. Охлаждение также предупреждает перегрев обрабатываемого изделия, способствует сохранению точности станка и устраняет попадание пыли в дыхательные органы рабочего, работающего на станке.

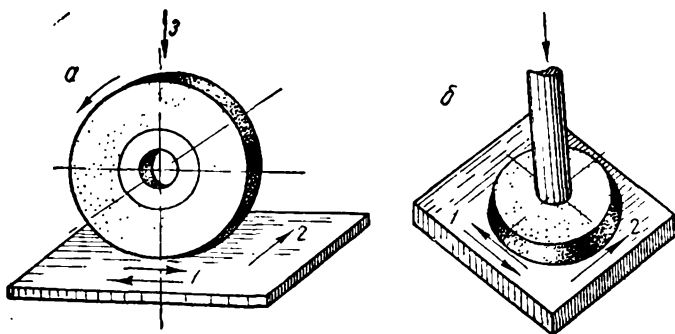
Для охлаждения при шлифовании кругами на керамической связке чаще всего применяют 1—1,5-процентный раствор каустической соды в воде. При работе кругами на бакелитовой связке раствор должен иметь не более 0,5% соды. Бронза шлифуется всухую или же применяется мыльный раствор с примесью керосина.

Для хорошего и правильного охлаждения необходимо, чтобы охлаждающая жидкость поступала к охлаждаемому месту в до-

Оба способа плоского шлифования осуществляются также посредством трех подач: подачи изделия, показанной стрелками 1, продольной — по стрелке 2 и подачей на глубину или поперечной подачей — по стрелке 3.

При шлифовании большое значение имеет правильный выбор скорости вращения круга и подачи, или, как говорят, режима работы. Что представляет собой режим работы, разберем на примере круглого шлифования.

Окружная скорость круга — это путь, проходимый в единицу времени каждой точкой круга, расположенной на его наружной



Фиг. 66. Схема плоского шлифования:

a — цилиндрической поверхностью; *б* — торцем круга; 1 — подача изделия; 2 — продольная подача; 3 — подача на глубину или поперечная подача.

цилиндрической поверхности. Окружная скорость измеряется метрами в секунду и выражается формулой:

$$v_k = \frac{\pi D_k n_k}{60 \cdot 1000} \text{ м/сек};$$

или

$$v_k = \frac{3,14 D_k n_k}{60 \cdot 1000},$$

где D_k — диаметр круга в мм;

n_k — число оборотов круга в минуту;

60 и 1000 — введены в формулу для того, чтобы найденное значение скорости было выражено в метрах в секунду.

Если известна окружная скорость, то число оборотов определится:

$$n_k = \frac{60 \cdot 1000 v_k}{3,14 D_k} \text{ об/мин.}$$

Максимально допустимая окружная скорость указывается на торцевой поверхности круга. Для плоских прямого профиля бакелитовых кругов при механической подаче она должна быть не больше 40 м/сек, для керамических и вулканитовых кругов — не больше 35 м/сек. Выбор скорости круга зависит также от материала изделия. Например, при круглом шлифовании стальных

Возвратно-поступательное перемещение стола и продольная подача колонки шлифовальной бабки осуществляются от гидравлической системы, но возможны и их ручные перемещения. Подача на глубину шлифовальной бабкой производится только ручным способом.



Фиг. 67. Плоскошлифовальный станок СК-371.

Шлифовальный станок СК-371 характеризуется следующими основными данными:

Рабочая поверхность стола в мм	600×200
Наибольшие размеры обрабатываемых поверхностей в мм:	
длина	600
ширина	200
высота	250
Диаметр шлифовального круга в мм	140—200
Число оборотов шпинделя в мин.	2930
Расстояние от оси шпинделя до стола станка в мм	75—350
Наибольшее перемещение шпиндельной бабки в мм	300
Пределы скоростей хода стола в м/мин	6—18
Пределы автоматической продольной подачи шлифовального круга за один ход стола в мм	0,2—2

статочном количестве, струя жидкости была сильной и равномерной, ширина струи была не меньше ширины круга. Наконечник трубы, подводящий охлаждение, должен быть нужной формы, способствующей правильной подаче жидкости.

5. ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Станки, служащие для шлифования плоскостей, чаще всего применяются в лекальном деле и называются плоскошлифовальными станками.

В связи с тем, что плоскошлифовальные работы очень часто выполняются самими слесарями-лекальщиками, рассмотрим подробнее плоскошлифовальные станки и работу на них.

Плоскошлифовальные станки делятся на станки, работающие цилиндрической поверхностью, т. е. периферией круга (см. фиг. 66, а), и станки, работающие торцевой плоскостью круга (см. фиг. 66, б). Первые применяются преимущественно для окончательного (чистового) шлифования, вторые — для предварительного (обдирочного).

При работе на плоскошлифовальных станках изделие находится на прямолинейно перемещающемся столе, на котором установлена магнитная плита для закрепления изделия, и круг, вращаясь, шлифует его поверхность. Значительно реже в некоторых станках, стол не перемещается прямолинейно, а только вращается. Прямолинейное перемещение стола плоскошлифовального станка обеспечивает подачу изделия; перемещение стола вдоль оси шлифовального круга при каждом продольном ходе стола дает шлифуемому изделию продольную подачу, а постепенное опускание шпинделя, позволяющее за каждый ход стола углубляться на определенную глубину в изделие, дает поперечную подачу или подачу на глубину.

В современных плоскошлифовальных станках все эти три вида подачи могут осуществляться автоматически.

Шлифовальные круги, применяемые при плоском шлифовании, по конструкции разделяются на сплошные кольцевые круги и на сегментные, составленные из отдельных частей — абразивных сегментов. Сегментными кругами пользуются для тяжелых и грубых работ.

6. УСТРОЙСТВО ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА

На плоскошлифовальном станке СК-371, показанном на фиг. 67, можно производить обычное шлифование плоскостей и лекальное шлифование, т. е. точное шлифование различных профильных калибров.

Плоскошлифовальный станок модели СК-371 состоит из следующих основных частей: станины 1, тумбы 2 с подкладной плитой 4, колонки 5, смонтированной в ней шлифовальной бабки 7, рабочего стола 3 и гидравлической системы.

Этот станок предназначен для чистового шлифования небольших изделий и удобен при производстве измерительного инструмента малыми сериями.

Рабочий стол станка 3 имеет Т-образные пазы для крепления к его плоскости с помощью болтов и планок различных деталей и приспособлений или магнитной плиты.

Наиболее удобным способом закрепления изделий при шлифовании считается применение магнитной плиты. Внутри магнитной плиты помещены электромагниты, питаемые от динамомашины постоянного тока или от преобразователя переменного тока, текущего в обычной электросети, в постоянный ток. С помощью электромагнитов шлифуемые изделия или приспособления прочно притягиваются к плоскости магнитной плиты. Полюсы этих магнитов выходят на верхнюю плоскость плиты и хорошо видны на ее поверхности. Чем этих полюсов больше на поверхности плиты, тем сильнее такая магнитная плита закрепляет даже мелкие изделия.

Управление станком ведется маховичками и рукоятками 6, 9, 11, 12, 13, 14, смонтированными на лицевой стороне станка, назначение которых будет описано ниже.

Вращение шлифовального круга 8 производится встроенным электромотором 2,5 кВт, 2930 об/мин. Вал этого мотора является шпинделем станка.

Остальные рабочие движения станка выполняются гидравлической системой, а именно:

- 1) автоматическое перемещение стола (подачу изделия);
- 2) продольную автоматическую подачу колонки с шлифовальным бабкой;
- 3) самовыключение ручного перемещения стола при включении автоматического;
- 4) смазку направляющих стола.

Проследим по гидрокинематической схеме (фиг. 68), как гидравлическая система выполняет эти движения.

Шестеренчатый насос 33, работающий от электромотора мощностью 1,8 кВт, нагнетает масло в каналы гидросистемы, засасывая его через сетчатый фильтр 31 из резервуара 32 станины.

Масло, сразу же по выходе из насоса, идет по трубам в направлении стрелок Н (нагнетание) по двум направлениям: 1) в коробку переключения 38; 2) в маслораспределитель для смазки направляющих стола (на схеме не показан).

Масло, входящее в коробку переключения, с одной стороны подходит к пусковому крану гидросистемы 14, с другой стороны попадает в цилиндр золотника продольной подачи 36.

Если включить пусковой кран 14, масло, пройдя по его ближайшему отверстию, попадает в цилиндр золотника переключателя 37 и оттуда направится в цилиндр подачи изделия, стремясь сдвинуть поршень цилиндра 39 и скрепленный с ним стол 3 вправо.

6 17 19 18 20 21-15 22 23 24 25 26 9

Вертикальная подача шпифов вальной бабки

Винт поперечной подачи колонки

Мотор 2,5 кВт 2930 об/мин

30

35 27 11 28 29 34 33 31 32

39 12 40 38 37 14 36

13

8

ют стрелки *С* (слив), масло, освобождающее цилиндр, вновь проходит на своем пути цилиндр золотника переключения 37, попадает в скоростной кран 13, служащий для регулирования скорости выхода масла и ускоряющий или замедляющий подачу изделия и, наконец, выходит в резервуар станины.

Что же происходит при переключении этого крана? Как видно из гидрокинематической схемы, кран переключения 12 направляет

ет масло либо в одну, либо в другую сторону цилиндров золотника переключения 37 и золотника продольной подачи 36. При его переключениях направление подачи масла в золотники меняется, и золотники перемещаются вправо или влево.

При левом повороте рычага крана 12 (положение изображено на схеме) кран дает возможность нагнетаемому маслу попасть в левые полости цилиндров золотников, а правые соединить со свободным выходом масла. Переключение крана 12 вправо меняет ход масла, причем оно уже поступает справа, а левые полости соединяются с каналами слива. В результате этого золотники отходят влево, меняя поток масла в обратном направлении, и поршень подачи изделия движется в обратную сторону, увлекая за собой стол 3.

Так осуществляется автоматическая подача изделия. Кроме автоматической возвратно-поступательной подачи изделия станок СК-371 позволяет производить перемещения стола от руки маховиком 9, вращающим зубчатое колесо 25. Это колесо постоянно (под действием пружины) находится в зацеплении с рейкой стола. Однако ручным перемещением можно пользоваться только в том случае, если пусковой кран 14 выключен и масло из обеих полостей цилиндра подачи изделия имеет свободный выход из гидравлической системы в резервуар 32 через продольную канавку пускового крана.

При включении гидравлики пусковым краном 14 масло по трубопроводу 40 поступает в коробку ручной подачи изделия, противодействует силе пружины и выводит зубчатое колесо 25 из зацепления с рейкой стола.

Станок также имеет автоматическую и ручную продольные подачи. Эти подачи осуществляются ходовым винтом.

Ручная подача производится непосредственным вращением винта маховичком 11.

Автоматическая подача колонки производится за каждый ход стола рейкой поршня продольной подачи 34. Во время рабочего хода стола поршень 34 с обеих сторон находится под действием нагнетаемого масла (положение изображено на схеме) и благодаря разнице площадей поршня, следовательно, и разных давлений на него, движется вниз, подготавливая механизм подачи к его рабочему ходу.

В момент переключения рычага переключателя 12 золотник 36 соединяет верхнюю полость цилиндра 35 со сливом и уменьшает давление на верхнюю плоскость поршня 34, в результате чего последний поднимается вверх, поворачивая зубчатый сектор 29. При повороте сектора собачка 27 поворачивает храповое колесо 30 и вместе с ним валик с шестерней 21. Величина подачи определяется углом поворота сектора 29 на определенное число зубьев и устанавливается ограничителем 28.

Вращение от шестерни 21 передается на ходовой винт через шестерню 22 или через шестерни 24 и 23. В зависимости от того,

через какие шестерни ведется передача движения к винту, меняется и направление подачи. Это переключение шестерен производится рычагом 26.

Подъем или опускание шлифовальной бабки по направляющим колонки, т. е. подача шлифовального круга на глубину, производится маховичком 6, приводящим в движение червяк 17, червячное колесо 19 и винт, работающий в паре с гайкой 18, укрепленной в колонке станка 5.

7. РАБОТА НА ШЛИФОВАЛЬНОМ СТАНКЕ И УХОД ЗА НИМ

Работа на плоскошлифовальном станке обычно начинается с подготовки шлифовального круга к работе.

После установки и закрепления на шлифовальном станке шлифовальный круг правят. Правка производится следующим образом: передвигают стол вручную с помощью маховика 9 (см. фиг. 67 и 68) до тех пор, пока алмаз не установится под центром шпинделя круга. Затем маховичком 6 опускают шлифовальный круг так, чтобы он слегка коснулся алмаза. После этого, действуя маховичком 11, подают стол в поперечном направлении, пока алмаз не зайдет за край круга. Вновь маховичком 3 опускают шлифовальную головку вниз на 0,01—0,02 мм и производят медленную продольную подачу в обратном направлении. Это повторяют до тех пор, пока по звуку, появляющемуся при соприкосновении круга с алмазом, не будет ясно, что вся поверхность выправлена.

С помощью специальных приспособлений можно заправить круг под углом или по окружности.

Перед началом шлифования устанавливают ограничители 15 продольного хода стола.

Затем при выключенном положении пускового крана 14 укладывают детали на магнитную плиту и включают ее. Движение стола включается краном 14 после того, как начнет вращаться круг.

Для этого поворачивают кран 14 в положение включено и, установив один край детали под кругом, отпускают шлифовальную головку маховичком 6 до тех пор, пока не появятся искры. Затем устанавливают требуемую глубину шлифования и пускают охлаждающую жидкость или включают мотор пылесоса. После этого, установив величину продольной подачи, вытягивают и включают кнопку 26 на автоматическую работу. Соответствующим поворотом рукоятки 13 скоростного крана регулируют скорость подачи изделия. Сделав первый проход, устанавливают глубину шлифования для второго прохода и осуществляют второй проход и т. д.

При работе на шлифовальном станке необходимо соблюдать следующие правила ухода за станком:

1. Подшипники шпинделя шлифовального круга регулируют так, чтобы они во время работы сильно не нагревались.

2. Все трущиеся части необходимо смазывать перед началом работы и несколько раз в течение смены.

3. Перед пуском станка установить упоры, ограничивающие подачу изделия, продольную подачу круга и проследить за правильностью их работы.

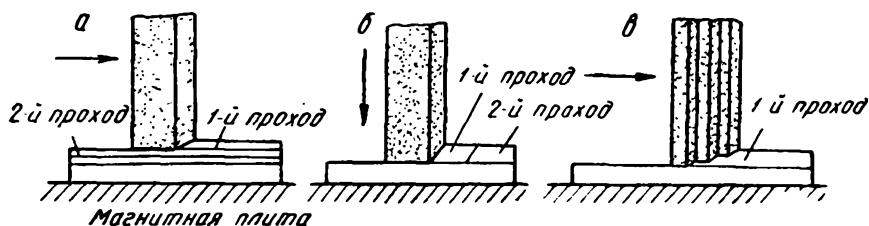
4. По окончании работы (смены) все открытые части станка следует тщательно протирать и смазывать, чтобы предохранить их от ржавления.

5. Не реже чем раз в неделю весь станок следует очищать от шлифовальной пыли и грязи.

6. При обнаружении во время работы каких-либо неисправностей станка необходимо немедленно сообщить об этом мастеру.

8. ТЕХНОЛОГИЯ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ

При плоском шлифовании требуется, чтобы обработанные поверхности были точными и чтобы была обеспечена параллельность и перпендикулярность этих плоскостей.



Фиг. 69. Способы снятия припуска при шлифовании:

а — способ многократных проходов; б — способ врезания; в — способ обработки ступенчатым кругом.

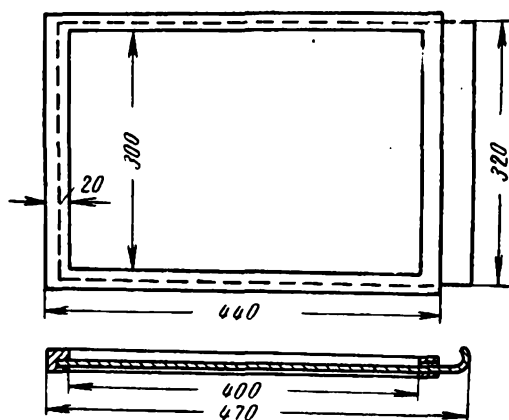
Снятие припуска на плоскошлифовальных станках производится тремя способами: способом многократных проходов, способом врезания и ступенчатым кругом.

При работе способом многократных проходов продольная подача круга производится при каждом ходе стола. При этом толщина снимаемого слоя равна глубине резания, а ширина — продольной подаче круга за один ход стола (фиг. 69, а). После того, как снят первый слой металла на всей обрабатываемой поверхности, подают круг снова на глубину и продольной подачей за каждый ход стола снимают следующий слой металла. Так повторяют до тех пор, пока не будет снят весь припуск. Таким образом шлифовальным кругом проходят несколько раз по всей поверхности изделия.

Чтобы осуществить шлифование способом врезания, подают круг на глубину резания за каждый ход стола. Если при работе способом многократных проходов после каждого хода стола кру-

гу сообщается продольная подача, то при этом способе круг продольной подачи не получает. После снятия всего припуска первого прохода круг перемещается в осевом направлении на величину от 0,7 до 0,8 ширины круга. Затем снова производят шлифование с подачей на глубину за каждый ход стола, пока не будет снят весь припуск второго прохода (фиг. 69, б). При этом для чистовых проходов оставляют припуск от 0,01 до 0,02 мм, который снимается способом многократных проходов.

При шлифовании плоскостей по третьему способу производят правку круга ступеньками. Круг правится так, как показано на фиг. 69, в. Особенность работы ступенчатым кругом состоит в том, что припуск на шлифование распределяется между ступеньками и снимается сразу на всю глубину за один проход шлифовального круга. В этом случае, следовательно, подача на глубину не производится.



Фиг. 70. Кассета.

Применение того или иного способа шлифования зависит от многих условий, например, формы и размеров изделия, мощности станка, характеристики круга, опытности рабочего.

При работе способом многократных проходов необходимо пользоваться кругом более твердым, чем при работе способом врезания и при работе ступенчатым кругом.

При работе способом многократных проходов необходимо пользоваться кругом более твердым, чем при работе способом врезания и при работе ступенчатым кругом.

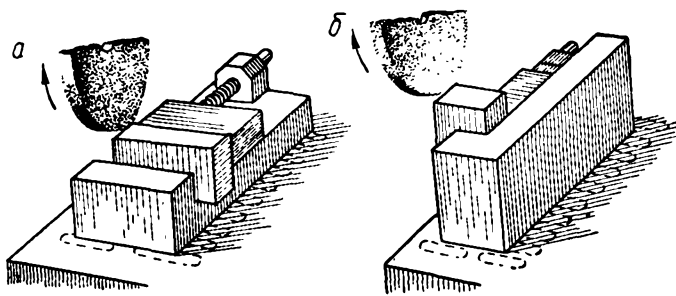
Чаще всего на плоскошлифовальных станках шлифуют изделия прямоугольных сечений. Существует несколько способов шлифования таких изделий. Наиболее простым способом шлифования является шлифование на параллельность сторон с укладкой изделий непосредственно на магнитную плиту. Базами, т. е. опорными поверхностями, служат те из поверхностей, угол между которыми наиболее точен. Между изделиями прокладывают немагнитные прокладки для того, чтобы обеспечить их притяжение только к плоскости магнитной плиты.

При шлифовании на магнитных плитах большого количества мелких изделий, например заготовок мелких листовых калибров, с целью уменьшения времени их укладки на плиту применяют приспособления, показанные на фиг. 70, называемые кассетами. Приспособления представляют собой рамку с выдвижным дном, на которое во время машинной работы станка изделия укла-

дываются, а затем при выдвигании дна над магнитной плитой опускаются на ее поверхность

Широко распространено шлифование с закреплением изделия в машинных тисках, а еще лучше — в тисках с параллельными сторонами (лекальных). При использовании лекальных тисков изделия укладывают в пачку ранее отшлифованными сторонами друг к другу и зажимают в тиски. После шлифования одной стороны (фиг. 71, а) тиски вместе с ними переворачивают на 90° и шлифуют другую сторону (фиг. 71, б).

При шлифовании также пользуются струбцинками. В этом случае пачку изделий, зажатых струбцинками, устанавливают на стол и при помощи угольника проверяют перпендикулярность шлифованных поверхностей к поверхности стола. В случае просвета между стороной угольника и поверхностью изделий, их по-



Фиг. 71. Шлифование в машинных тисках.

ворачивают в струбцинках до тех пор, пока не будет получен точный прямой угол.

При шлифовании изделий сложной формы с успехом применяют магнитные призмы. Они изготавливаются в перемежку из листов намагничивающегося и ненамагничивающегося материала. Эти листы скрепляются между собой, и, если теперь в гнезда, сделанные на призме, лежащей на магнитной плите, положить стальное изделие, то оно притянется к призме, а призма в свою очередь притянется к магнитной плите.

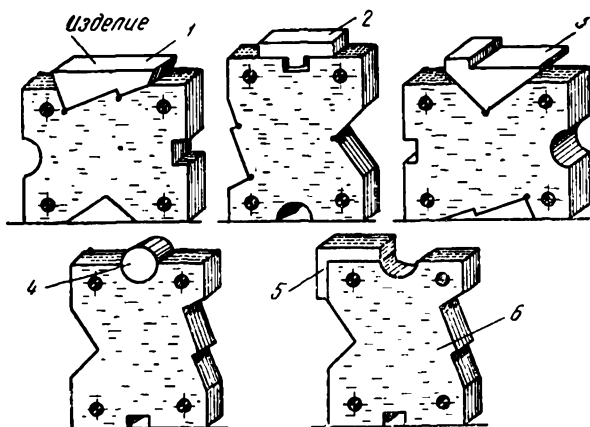
Магнитная призма (фиг. 72) может быть использована для шлифования четырех сторон одной детали, однако, изготавливаются призмы и для шлифования нескольких деталей. Показанная на фиг. 72 призма позволяет устанавливать на ней несколько изображенных на фигуре изделий. Изделия 1, 2, 3, 4 и 5 укладываются в призму 6. Различные угловые профили получают при помощи шлифования в поворотных тисках и других универсальных приспособлениях.

К универсальным приспособлениям относятся: вращающаяся магнитная плита, синусная линейка, синусный кубик и другие очень точные и производительные приспособления, но применение их связано с расчетами и поэтому требует высокой квалифи-

кации рабочего. Пользование этими приспособлениями будет описано в главе «Механизация лекальных работ».

Для обработки торцевых плоскостей кольца и различные диски устанавливают прямо на магнитной плите, а короткие валы и втулки закрепляют в приспособлениях, представляющих собой V-образные призмы.

Тонкие пластинчатые изделия легко коробятся, поэтому при их обработке снимают одинаковые слои металла с обеих сторон и много раз переворачивают. Чтобы избежать коробления от сильного нагрева, их следует укладывать под углом к ходу стола станка, сокращая этим непрерывный путь шлифовального круга



Фиг. 72. Шлифование в магнитной призме.

и производя, таким образом, шлифование на меньших участках изделия.

Для более плотного прилегания (присасывания) к магнитной плите поверхность плоских изделий смазывают тонким слоем масла. Иногда тонкие детали наклеивают при помощи шеллака или клея на массивную пластину.

При шлифовании подобных изделий часто применяют специальные приспособления. Так, например, тонкие шайбы укладывают в кассету с множеством отверстий. Сильный нагрев и коробление тонких изделий заставляют при их шлифовании применять обильное охлаждение и мягкие круги.

Если припуск на обработку велик, процесс шлифования делят на предварительное и окончательное шлифование. Чтобы быстрее снять припуск с изделия, применяют твердые и крупнозернистые круги, а затем производят зачистку мелким и мягким кругом. Часто обработка ведется одним и тем же кругом, но при чистовом шлифовании применяют небольшие подачи изделия и продольные подачи круга. При чистовом шлифовании обычно снимается от 0,1 до 0,2 общего припуска на обработку.

Для получения точной и чистой поверхности нужно прочно закрепить на столе станка шлифуемое изделие, перед чистовыми операциями заправить круг, очень осторожно подводить круг к изделию; после получения размера, близкого к заданному, необходимо сделать несколько проходов без подачи на глубину при небольшой подаче изделия.

Шлифование нужно производить на режимах, дающих наименьший нагрев. Охлаждающая жидкость, применяемая при шлифовании, не должна быть засорена. Перед началом работы нужно разогреть подшипники шпинделя, дав некоторое время поработать станку вхолостую. Разогретый подшипник работает спокойнее, чем неразогретый.

При чистовом шлифовании периферией круга на плоскошлифовальном станке рекомендуется применять круги, указанные в табл. 6.

Таблица 6

Применение шлифовальных кругов при плоском шлифовании

Обрабатываемый материал или вид обработки	Характеристика круга				
	абразивный материал	связка	зернистость	твердость	структура
Сталь незакаленная (шлифование нерабочих плоскостей измерительного инструмента)	Электрокорунд нормальный	Керамическая или бакелитовая	36—46	СМ1—СМ2	8
Сталь закаленная (шлифование нерабочих плоскостей измерительного инструмента)	Электрокорунд нормальный и белый	То же	46—60	М3—СМ1	8
Шлифование рабочих поверхностей калибров	Электрокорунд белый	Керамическая	60	М3—СМ1	8
Профильное шлифование	То же	То же	140—220	СМ1—СМ2	8
Чугун	Карбид кремния черный	Керамическая или бакелитовая	46	М3—СМ1	6
Бронза мягкая	То же	То же	46	М3—СМ1	8

Выбирая шлифовальный круг для той или иной работы, следует руководствоваться такими соображениями:

1) чем больше припуск на обработку, тем крупнее должно быть зерно шлифовального круга. Чем большая точность и чистота требуется от шлифования, тем зерно выбирается мельче;

2) материалы с высоким пределом прочности при растяжении (стали) следует обрабатывать электрокорундом, с низким (чугун, бронза, медь, твердые сплавы) — карбидом кремния;

3) чем тверже материал изделия, тем мягче должен быть шлифовальный круг;

4) для мягких и вязких материалов выбираются круги с более открытой структурой, для твердых и хрупких — круги с более плотной структурой;

5) при шлифовании прерывистых поверхностей следует пользоваться более твердыми шлифовальными кругами.

9. КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВА ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Для контроля точности и качества обработанной поверхности применяются различные инструменты. Проверка основных геометрических размеров изделия ведется, главным образом, микрометрами и штангенциркулями; при очень точных работах применяют миниметры, устанавливаемые на станине станка. Иногда для удобства контроля размеров при грубом шлифовании на магнитную плиту рядом с заготовкой кладут обработанное контрольное изделие или специальный образец. Заготовку шлифуют до тех пор, пока круг не коснется образца.

Контроль точности обработки плоскости производится методом световой щели. Этот метод состоит в том, что на проверяемую плоскость накладывают острым ребром лекальную линейку. При этом, если плоскость обработана точно, просвета между ребром линейки и плоскостью не получится. Длинные изделия контролируют при помощи специального приспособления с индикатором или при помощи щупа. При таком способе на проверяемую поверхность накладывают линейку и щупом измеряют зазор в разных точках плоскости изделия.

Параллельность плоскостей проверяют микрометрами и другими измерительными инструментами. Контроль параллельности внутренних боковых сторон можно производить блоками концевых мер длины.

Угловые профили удобно проверять при помощи универсальных угломеров и угловых мер. С точностью до одной минуты они могут быть проверены набором из таких мер. Хорошие и точные результаты дает применение синусной линейки и индикатора.

Качество поверхности сравнивается с эталонными образцами. На плоскошлифовальном станке можно получить разряды чистоты при шлифовании наружных плоскостей с 5в до 10б и при шлифовании внутренних плоских поверхностей с 5в до 9б.

10. БРАК ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ И СПОСОБЫ ЕГО УСТРАНЕНИЯ

При плоском шлифовании часто бывает, что не соблюдаются заданный размер, геометрическая форма, на обработанной поверхности образуются местные занижения, остаются штрихи, риски. Изделие, у которого не соблюдены заданные размеры, искажена форма, или поверхность имеет штрихи, риски и местные занижения, считается браком.

Несоблюдение заданного размера происходит из-за невнимательности рабочего или его низкой квалификации, а также из-за неисправности измерительного инструмента и замеров изделия в нагретом состоянии.

Избежать этого вида брака можно, если измерять только остывшие детали и пользоваться только проверенным перед началом работы по контрольным калибрам измерительным инструментом.

Несоблюдение геометрических форм (непараллельность плоскостей, вогнутость и выпуклость, несоответствие углов) происходит потому, что направляющие стола или шлифовальной бабки изношены, на поверхности изделия и магнитной плиты имеются забоины и грязь. Несоблюдение геометрической формы также происходит из-за неточности приспособлений и слишком тяжелых режимов шлифования.

Нарушения геометрической формы могут быть устранены, если шлифовщик будет внимательно следить за правильностью плоскости магнитной плиты, периодически ее перешлифовывая непосредственно на этом же станке, тщательно очищая ее перед установкой изделий от абразивной пыли и грязи, также своевременным ремонтом станка, и, наконец, частой правкой шлифовального круга во время чистовых проходов.

При грубом шлифовании на поверхности изделия появляются штрихи и риски; это — результат неправильно выбранного круга (круг слишком твердый, или мягкий, или крупнозернистый), большой подачи изделия и глубины шлифования, неравномерной подачи, неисправности станка, несбалансированности круга, слабого крепления изделия, плохой плавки круга.

Избежать местных занижений (зарезов) можно, но отводя шлифовальный круг только в том случае, если он находится за пределами шлифуемой плоскости, если шлифовальная бабка имеет плавный ход. При шлифовании жестких изделий следует давать небольшую поперечную подачу.

Иногда на поверхности изделия появляются трещины и прижоги. Это происходит из-за недостаточного охлаждения, повышенной продольной подачи и подачи изделия.

Брак из-за прижогов, рисков и трещин определяется проверкой на глаз при внешнем осмотре. В особо важных случаях поверхность изделия проверяют под микроскопом, сравнивают с образцами, протравливают кислотами.

11. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Большинство несчастных случаев при работе на плоскошлифовальных станках происходит вследствие разрывов шлифовальных кругов, происходящих по следующим причинам:

1. Круг плохого качества или поврежден при транспортировке. Перед установкой на станок необходимо круг проверять на звук деревянным молотком или тупым металлическим предметом. Ясный звенящий звук указывает на отсутствие внутренних трещин.

2. Круг неправильно установлен на шпинделе (взяты шайбы различных диаметров, под шайбы не положен картон, круг сел туго на шпиндель и т. д.).

3. Круг несбалансирован.

4. Круг слишком быстро подведен к шлифуемому изделию.

5. Взята очень большая продольная подача круга или чрезмерно большое число оборотов.

6. Неправильно установлены упоры подачи изделия.

При пользовании шлифовальными кругами следует строго руководствоваться правилами, установленными ГОСТ 3881-47.

Круг нужно обязательно закрывать защитным кожухом, а на рабочем столе станка необходимо устанавливать щиток, предохраняющий от разлета осколков шлифовального круга.

Для защиты глаз от повреждения следует надевать предохранительные очки. Работать можно только кругом, имеющим этикетку о предварительном испытании.

Шлифовщик не должен включать те рукоятки на станке, назначение которых ему неизвестно, не должен измерять изделия на ходу станка. После работы и при установке новых изделий необходимо тщательно удалять пыль с магнитной плиты. Тщательное удаление пыли обеспечивает точную установку и прочное закрепление изделия.

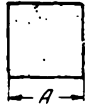
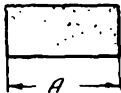
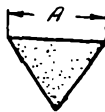
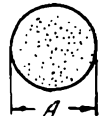
12. РАБОТА ШЛИФОВАЛЬНЫМИ БРУСКАМИ

Работы, выполняемые шлифовальными брусками, в лекальном деле производятся в операции доводки. Однако этот процесс отличается от процесса доводки и скорее может быть назван ручным шлифованием. Ручное шлифование, будучи более производительным, чем доводка, и менее производительным, чем шлифование на станке, применяется лекальщиками как предварительный процесс перед доводкой в тех случаях, когда припуски оказались слишком большими и их нельзя удалить механическим шлифованием.

Инструментами при ручном шлифовании служат шлифовальные бруски различных форм и размеров, изготовленные из естественных или искусственных абразивных материалов. Форма и размеры шлифовальных брусков установлены ГОСТ 2456-52, и показаны в табл. 7.

Таблица 7

Форма и размеры шлифовальных брусков по ГОСТ 2456-52

Виды брусков	Эскизы сечений	Обозначения	Размеры $A \times L$	Номера ГОСТ
Квадратные		БКв	6×100; 8×75 10×100; 10×150 13×100; 13×125; 13×150 16×150 20×150; 20×200 25×150; 25×200 40×250	2457-44
Плоские		БП	20×10 или 13 или 16×150 25×16×150 30×13 или 20×200 40×13 или 20×200	2458-44
Треугольные		БТ	10×150; 13×150 16×150;	2459-44
Круглые		БКр	6×100; 10×100 13×150 16×150;	2460-44
Полукруглые		БПк	10×150 13×150 16×150 20×200	2461-44

Заводы СССР выпускают искусственные бруски из различных материалов (например, электрокорунда белого, электрокорунда нормального и карбида кремния зеленого), изготавливаемых на керамической связке. Зернистость таких брусков колеблется от номера 60 до М20, а твердость от МЗ до СТ1. Условные обозначения характеристик для шлифовальных брусков такие же, как и для шлифовальных кругов.

Так как при ручном шлифовании скорость движения бруска относительно изделия во много раз меньше, чем при шлифовании на станках, следует выбирать бруски более твердые, чем круги для шлифования.

При работе шлифовальными брусками сначала ведут шлифование крупнозернистыми и твердыми, а затем мелкозернистыми и мягкими брусками. Поверхности брусков изнашиваются бы-

стрее, чем поверхности других инструментов, либо засаливаются, либо теряют правильную форму, поэтому их довольно часто прavyт.

Правка брусков производится на специальных плитах с плоскостью, посыпанной шлифовальным порошком. Брусок кладут на плиту и при легком давлении на него передвигают в различных направлениях. После нескольких перемещений поверхность бруска становится правильной, острой и пригодной к дальнейшей работе. Форма и размеры бруска выбираются в зависимости от характера работы и формы изделия.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Что представляет собой процесс шлифования и чем отличается шлифовальный круг от обыкновенного режущего инструмента?

2. Какие абразивные материалы применяются для изготовления шлифовальных кругов?

3. Какие виды связок применяются при изготовлении шлифовальных кругов?

4. Что понимают под зернистостью абразивного материала? Какие номера зернистости применяют для изготовления крупнозернистых и мелкозернистых кругов?

5. Какие степени твердости существуют по ГОСТ? Какой круг мягче: ЧМ или ВМ1; М1 или М2; СГ3 или СТ1?

6. Что означают такие условные обозначения на шлифовальном круге: Д200 × 2 × 90 Э60С В или ЧЦ 100 × 50 × 20 КЗ 46СТ1 Б5, или ПП250 × 50 × 75 ЭБ 80СМ1 К8?

7. Как закрепляют шлифовальные круги на станках?

8. Как производится балансировка шлифовальных кругов?

9. Как правят шлифовальные круги?

10. Какие виды шлифовальных станков вы знаете? Какими движениями осуществляются процессы круглого наружного, внутреннего и плоского шлифований?

11. Чему равна окружная скорость круга диаметром 400 мм, если станок делает 1280 об/мин?

12. Какое максимальное число оборотов должен делать станок, если окружная скорость равна 35 м/сек, а на станке стоит круг диаметром 500 мм?

13. Какое число оборотов надо дать шлифуемому изделию диаметром 60 мм, чтобы подача изделия была равна 16 м/мин?

14. Какие существуют типы плоскошлифовальных станков?

15. Расскажите по схеме, как устроен плоскошлифовальный станок СК-371.

16. Как производится установка деталей при работе на плоскошлифовальных станках?

17. Как выбирается характеристика шлифовального круга?

18. Какие виды брака встречаются при плоском шлифовании, как они предупреждаются и как устраняются?

19. Каковы причины несчастных случаев при шлифовании и каковы меры их предупреждения?

20. Каковы особенности ручного шлифования?

ГЛАВА V

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Технологическим процессом называют определенную последовательность стадий изменения формы или состояния детали, материала, заготовки, полуфабриката для получения из них готового изделия. Технологический процесс описывается в соответствующих технологических картах, являющихся основным документом рационально планированного производства.

Правильно составленный технологический процесс позволяет вести обработку изделия таким образом, чтобы наиболее полно использовались мощность оборудования, инструмент, приспособления, чтобы работа велась при наивыгоднейших режимах резания.

В технологической карте указывается вид обработки изделия, например, ковка заготовки, токарная обработка; последовательность обработки; на каком оборудовании производится обработка; какие приспособления, режущий и измерительный инструменты необходимы для осуществления данного технологического процесса; размеры и качество заготовки, а также размеры и качество изделия, получаемые в результате обработки; режимы обработки; норма времени (время, необходимое для выполнения той или иной обработки); квалификация рабочего, необходимая для выполнения данной работы.

Значение технологических карт в производстве очень велико. Карта служит не только руководством для рабочего и мастера, но и основой для планирования и распределения работы в цехе и на заводе, а также исходным документом для подготовки производства, для снабжения производства необходимыми материалами, заготовками и инструментами.

Технологический процесс состоит из отдельных операций, операция — из отдельных установок и переходов.

Технологическая операция — это часть технологического процесса обработки одного изделия, осуществляемая на одном рабочем месте от начала обработки данного изделия до перехода к обработке следующего. Так, например, отрезка заготовки, правка, разметка, шлифование — отдельные операции технологического процесса, потому что они выполняются соответственно на отрезном станке, правильной плите, разметочной плите и шлифовальном станке.

Технологический переход — это часть операции, совершаемая над определенной обрабатываемой поверхностью определенным режущим инструментом и при постоянном режиме обработки. Достаточно изменить режущий инструмент или режим резания, или начать обрабатывать другую поверхность — это будет означать новый переход. Например, если на фрезерном станке одним и тем же инструментом фрезеруют верхнюю плоскость детали и прорезают паз, — это два различных перехода; если фрезеруют одну и ту же плоскость, одним и тем же инструментом, но сначала предварительно, а потом начисто, то это различные переходы операции фрезерования, так как режимы обработки различны.

Установка — это часть технологической операции. Закрепление детали в приспособлении, поворот ее в нем или на станке означают новую установку. Установка также может включать в себя ряд переходов. Отдельные переходы состоят из проходов и различных приемов, применяемых для обработки изделия.

В зависимости от типа производства (поточное, массовое, серийное, индивидуальное) технологический процесс разрабатывается с различной степенью подробности.

Наиболее совершенным типом производства является поточное производство, при котором станки и другие рабочие места расположены в порядке технологического процесса, причем обеспечивается непрерывный переход без задержек от выполнения одной операции к выполнению другой.

При этом осуществляется наиболее подробная разработка технологического процесса вплоть до отдельных приемов.

При массовом производстве, т. е. при таком производстве, когда на данном оборудовании или рабочем месте непрерывно изготавливается одна и та же деталь, с одними и теми же размерами или же выполняется одна и та же операция, карты технологического процесса также разрабатываются весьма подробно.

При серийном производстве, т. е. таком типе производства, когда на данном рабочем месте обрабатываются группы (серии) различных деталей, или при индивидуальном производстве, когда на данном рабочем месте изготавливаются различные единичные детали, технологические документы менее подробны.

В нашей стране поточное и массовое производство инструмента осуществляется только на специальных инструментальных заводах. Во всех инструментальных цехах машиностроительных заводов производство инструмента в большинстве случаев серийное и индивидуальное, а поэтому ниже будет рассмотрена технологическая документация, применяемая при этих типах производства.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

При серийном производстве основным технологическим документом служит технологическая карта (табл. 8).

Технологическая карта на каждую технологическую опера-

Таблица 8

Материал	ГОСТ или ТУ	Предел проч-ности при растяжении	Твердость	Технологическая карта №				Издание	Сборочная единица	Деталь	Шифр детали																					
Род заготовки и размер на шт. деталей				Вес																												
				Черновой	Чистовой																											
№ операции	№ переходов	№ установок	Описание переходов	Обрабатываемая поверхность	Базовая поверхность	Обору- дование		Число одновременно обрабатываемых деталей	Приспособления и инструмент	режущий инструмент	назначе- ние инструмента	Инстру- мент (наиме- нова- ние размер. шифра)	Проектный размер			Размеры обработки			Режим обработки			Время в минутах										Примечание
						тип	шифр						диаметр или ширина	глубина резания	притупск на сторону	число проходов	число оборотов или двойных ходов	подача на оборот в минуту	основное	установка и снятие	управление станком	смена инстру- мента	прочее	всего	прибавочное	шпунное	подготовительное на партию	Разряд работы				
1	2	3		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

цию отдельно составляется технологом, а затем заполняется нормировщиком.

Графы: «Материал, ГОСТ или ТУ, изделие, деталь, чертеж №, шифр детали, сборочная единица, количество деталей в изделии, деталь № и чертеж №» — технолог заполняет из данных, имеющихся в чертеже изделия.

Графы: «Предел прочности при растяжении и твердость» — относятся к материалу изделия в том виде, в каком он поступает на данную операцию, и заполняются технологом на основании таблиц ГОСТ или технических условий. Эти данные служат, главным образом, для подбора режимов резания.

Графы: «Род заготовки и ее размер», с указанием количества деталей, изготавливаемых из одной заготовки — заполняются технологом по данным чертежа изделия с учетом припусков на обработку, применяемого сортамента материалов на данном заводе и предполагаемого способа получения заготовки (прокат, отливка, поковка, штамповка).

Чистовой вес проставляется по конструкторским данным: черновой вес подсчитывается технологом или берется из чертежа заготовки.

Размер партии рассчитывается технологом при разработке технологического процесса.

Такая технологическая карта заполняется только на одну операцию и нумерация переходов и установок в каждой операции своя. Принято переходы внутри операции нумеровать арабскими цифрами, начиная с единицы, установки — буквами русского алфавита, начиная с буквы А.

Графы 1, 2, 3 и 4 (см. табл. 8) заполняются в соответствии с намеченным планом технологического процесса.

Графы 5 и 6 — заполняются из данных операционных эскизов, прилагаемых к каждой технологической операционной карте и составляемых технологом на основе намеченного плана обработки.

Под обрабатываемой поверхностью понимают поверхность, с которой снимается часть материала изделия для получения необходимого размера и чистоты данной поверхности.

Базовой поверхностью называют поверхность, от которой производится обработка или измерение обрабатываемой поверхности.

Базовая поверхность используется для установки на нее или установки от нее изделия для обработки.

В графах 7 и 8 указываются тип и шифр оборудования, т. е. условное обозначение станка, на котором выполняется операция. Так, например, в графе 7 указывается «вертикально-фрезерный», а в графе 8 указывается «ФВ-2», где ФВ — сокращенное обозначение типа станка, а 2 — его условный размер.

Графы 10, 11 и 12 заполняются в соответствии с выбранным технологическим процессом, причем в графы «приспособление,

режущий и измерительный инструмент» вносят размеры, условные обозначения, шифры или номера нормалей инструментов, принятые на данном заводе.

В графе 13 указываются размеры, подлежащие измерению в данном переходе. Эти размеры рассчитываются исходя из размеров чертежа и припуска на обработку.

Размеры обработки (графы 14, 15, 16) ставятся по данным чертежа, операционного эскиза и процесса обработки, без учета дополнительного хода режущего инструмента.

Все остальные графы заполняются нормировщиком. Заполнение этих граф особых пояснений не требует и производится на основании данных технологического процесса, паспорта станка и нормативов по техническому нормированию, разработанных на данном заводе или техническим управлением министерства.

Такая подробная разработка технологического процесса оправдывается только в том случае, если производство носит крупносерийный, установившийся характер и на машиностроительных заводах применяется только для изделий основного производства завода.

В заводских инструментальных цехах инструмент, изготавлиемый повторяющимися партиями, изготавливается по более простому технологическому процессу, не имеющему такой подробной разработки (табл. 9.).

Такая технологическая карта уже составляется не на отдельную операцию, а на обработку всей детали изделия полностью. Здесь отсутствуют данные, характеризующие деталь, ссылки на установочные базы, данные о режимах резания и т. д. Эти технологические карты находят применение в инструментальных цехах заводов. По такой же форме могут быть построены типовые технологические процессы.

Для редко повторяющихся мелких партий изделий прибегают к еще более сокращенному технологическому процессу, называемому *маршрутным технологическим процессом*.

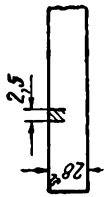
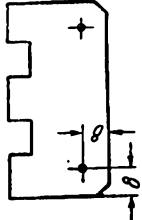
Маршрутная технология записывается на специальных бланках или на оборотной стороне чертежа изделия, включая данные: порядковые номера и названия операций, обрабатываемых поверхностей, ссылки на разряд рабочего и нормы времени.

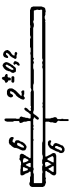
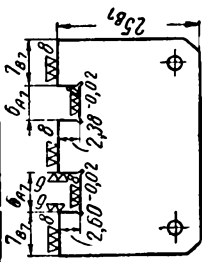
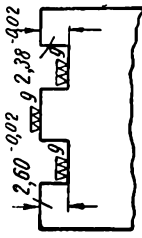
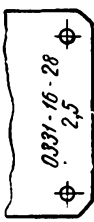
Кроме этого, на обороте чертежа делаются технологом необходимые расчеты и ссылки на номера чертежей инструмента второго порядка, т. е. инструмента для обработки инструмента, необходимого при выполнении этого заказа.

Такая запись технологического процесса широко распространена в инструментальных цехах при изготовлении мелких партий измерительного инструмента.

Маршрутная технология перекладывает значительную долю ответственности с технолога на рабочего и мастера и требует более высокой квалификации и знаний со стороны последних. При производстве измерительного инструмента в инструментальных

Таблица 9

№ опера- ции	Наименование операции и описание работ	Группа оборудо- вания	Эскиз обработки	Деталь № Заказ № Чертеж №	Инструмент		Дата	Составил Иванов Н. Ф. Проверил Утвердил	Норма времени	
					режущий	измеритель- ный			Приспособле- ние	время в минутах
1	Заготовительная Разрезать лист на отдель- ные полосы	Рычаж- ные ножницы			Ножи плоские	Масштабная линейка $l=200$			Зажим станка	3 На полосу 0,5
2	Холодная штамповка Штамповать	Пресс эксцент- риковый			—	—	—		Штамп	3 0,5
3	Слесарная Выправить штамповку	Плита	—		Молоток 400 г	—	—		—	3 1
4	Слесарная Снять облой и заусенцы Скрепить в пачку 10 шт. Разметить положение отверстий	Верстак			Личной напильник, $l=200$, штангенцир- куль	—	—		Тиски слесарные параллель- ные	3 1,5
5	Сверильная 1. Сверлить два отверстия	—			Сверло $D=4$ мм; патрон	—	—		Тиски машинные	3 На пачку 10

6	Термическая Калить согласно эскизу на 37—44 R _c	Электро- печь		—	—	—	4	5
7	Шлифовальная Шлифовать плоскости в размер по толщине	Станок плоско- шлифо- вальный		Шлифоваль- ный круг Э 40—60К СМ1—СМ2	Штанген- циркуль l=140	Магнитный стол	3	3
8	Термическая Воронить кругом	Ванна	—	—	—	—	3	—
9	Лекально-шлифовальная (пачка 40—50 шт.) Шлифовать плоскость в размер 25 В ₁ Шлифовать пазы на раз- мер 6А ₁ , 2,38—0,02 и 2,60—0 02 Сделать подрезки в углах	Станок плоско- шлифо- вальный		Шлифоваль- ный круг Э 60 СМ1—К форма ПП; шлифоваль- ный круг Э 60 СТ1—В форма Д	Набор кон- цевых мер длины, индикатор	Тиски станочные параллель- ные	5	На пачку 300
10	Слесарно-лекальная Полировать поверхность А Довести и полировать плоскости пазов в раз- мер 2,38—0,02 и 2,60—0,02 Притупить острые края	Верстак		Паста ГОИ 7—10 МК Брусок шлифоваль- ный	Набор кон- цевых мер длины, контролибр	Притироч- ная плита; притир специаль- ный	5	20
11	Граверная Маркировать согласно эскизу	—		Электрограф	—	—	5	13

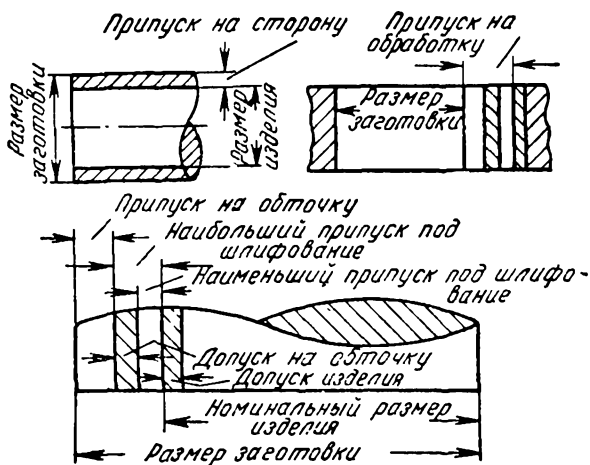
цах, где имеются слесари-лекальщики высокой квалификации (5—8 разряды) вполне достаточно такой технологической разра-ботки.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИПУСКИ

Одна из главных составных частей технологического процес-са — припуски на обработку и допуски на эти припуски. Если тех-нологические припуски не указываются в технологической карте, то их берут из специальных таблиц.

Припуском на обработку называется слой металла, оставляе-мый на изделии для дальнейшей обработки.

Припуск — есть разница между размером готового изделия и размером заготовки, устраняется путем обработки изделия. Сле-



Фиг. 73. Схема расположения припусков на обработку.

довательно, поверхности изделий, не подвергающиеся дальней-шей обработке, припусков не имеют.

На фиг. 73 даны схемы расположения припусков, из которых видно, что общий припуск на изготовление изделия равен сумме припусков на применяемые виды обработки.

Для плоских изделий обычно припуски даются на сторону, для круглых изделий припуск дается на диаметр, причем припуск на сторону в этом случае будет в два раза меньше.

В зависимости от точности операции, в которой остается припуск на дальнейшую обработку, величина этого припуска не будет постоянной.

Разница между наибольшим и наименьшим припуском назы-вается допуском на припуск.

Величина припусков и их допуски должны выбираться таким образом, чтобы припуск был наименьшим, но, в то же время до-статочным для получения надлежащей чистоты поверхности и

точности, для удаления следов предыдущей обработки и деформаций, связанных с термической обработкой изделия.

Излишне жесткий допуск на припуск затрудняет обработку и удорожает изделие.

Числовые значения припусков будут рассмотрены при описании отдельных технологических процессов обработки измерительного инструмента.

Неправильный выбор припусков и допусков на них является одной из главных причин брака в производстве инструмента.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИСЦИПЛИНА

«Суть дисциплины в технологии,— говорил тов. Маленков на XVIII Всесоюзной конференции ВКП(б),— должна заключаться в том, чтобы наши рабочие, мастера и инженеры научились в точности, без отступления повторять технологическую операцию и выпускать, согласно требованиям технических условий и стандартов, продукцию в точности похожую одна на другую».

Следовательно, под технологической дисциплиной нужно понимать не только соблюдение плана и порядка обработки, а также других данных, записанных в технологической карте, но и соблюдение всех технических условий на изготовление изделий.

Как указывалось, технологический процесс должен диктовать мастеру и рабочему совершенный и наиболее выгодный способ обработки, обобщать и сохранять накопленный в производстве опыт, а поэтому нарушение технологического процесса недопустимо и всегда ведет к потерям в производстве, нарушению его нормального хода и браку изделий.

Большая часть брака на производстве представляет результат именно несоблюдения технологической дисциплины. Порой даже самое на первый взгляд безобидное нарушение технологического процесса, как, например, изменение порядка операций, может привести к браку изделий.

Соблюдение технологической дисциплины обеспечивает нормальный ход производства, высокое качество продукции, ее взаимозаменяемость, высокую производительность труда, отсутствие брака в производстве и низкую стоимость продукции.

Поэтому вполне понятно, что в нашей стране придается особенно большое значение технологической дисциплине и ее нарушение считается государственным преступлением.

Однако это не значит, что технологический процесс представляет собой что-то неизменное и неприкосновенное. Он должен непрерывно изменяться и совершенствоваться, чтобы не становиться тормозом развития производства; нужные изменения производятся организованно, с исправлением соответствующих документов, после надлежащей проверки целесообразности изменения технологии.

Огромная армия рационализаторов, стахановцев наших заводов, ученые нашей страны непрерывно работают над усовершен-

ствованием технологического процесса, над созданием новых методов обработки, совершенствуя технологию производства инструмента и машин.

Поэтому ценный стахановский опыт изучается и обобщается, служит базой совершенствования технологии и передается всей массе рабочих.

Чтобы изучение стахановского опыта приносило наибольшие результаты, оно должно проводиться на научной основе. Начало широкому распространению научного изучения и обобщения стахановского опыта было положено лауреатом Сталинской премии, инженером Ф. Л. Ковалевым. Его метод обобщения передового опыта работы стахановцев быстро распространился на предприятия страны.

По методу Ф. Л. Ковалева весь трудовой процесс стахановцев расчленяется на отдельные приемы, применяемые при выполнении данной технологической операции, из которых лучшие и наиболее производительные отбираются, обобщаются и становятся достоянием других.

Так же широко распространяется и комплексное изучение стахановского опыта, возникшее по инициативе работников Уралмашзавода и завода «Пневмостроймашина», охватившее не только изучение рациональных приемов, но и изучение других элементов технологического процесса: экономии материалов и электроэнергии, достижений высокого качества изделий и т. п.

Опыт стахановцев-лекальщиков, так же как и труд других профессий, подвергается комплексному изучению и обобщению.

На основе карт стахановского опыта достижения слесарей-лекальщиков в области высокой производительности труда, экономии материалов и высокого качества изделий передаются другим лекальщикам и служат делу непрерывного совершенствования технологических процессов лекального производства.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Что называется технологическим процессом?
 2. Что называется технологической операцией?
 3. Что называется технологическим переходом?
 4. Что называется установкой?
 5. Как разрабатывается технологический процесс при серийном типе производства?
 6. Как разрабатывается технологический процесс при изготовлении мелких партий деталей?
 7. Что представляет собой маршрутная технология?
 8. Что называется припуском на обработку?
 9. Почему производятся изменения технологического процесса и каким путем осуществляются эти изменения?
-

КАЛИБРЫ ГЛАДКИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Калибрами называются такие измерительные инструменты, которыми проверяются правильность размеров и формы изделий и при помощи которых можно установить, что изготовленные изделия соберутся друг с другом в сборке и что это соединение изделий будет нужного качества.

Калибры предназначаются, главным образом, для измерения одного определенного размера. Они не позволяют измерить фактический размер изделия, а только дают возможность установить, что изделие не вышло за пределы указанных в чертеже границ — допусков на его изготовление.

Калибры бывают нормальные и предельные. Нормальные калибры имеют один размер, тот, который желательно получить на изделии. Годность изделия определяется вхождением в него калибра с большей или меньшей степенью плотности. Пользование нормальными калибрами требует большой квалификации и опыта рабочего и контролера.

Предельные калибры имеют два размера: один размер калибра равен наименьшему предельному размеру детали, второй — наибольшему. Один конец калибра обязательно должен входить в деталь, а второй — входить не должен. Один из этих размеров называется проходным, другой непроходным, или большим и меньшим. Пользование предельными калибрами обеспечивает полную взаимозаменяемость деталей и не требует высокой квалификации рабочего и контролера.

Взаимозаменяемость — это свойство деталей собираться друг с другом с необходимым характером посадки без пригонки деталей по месту.

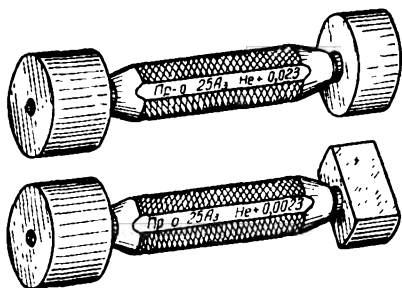
В настоящее время применяются, главным образом, предельные калибры. Нормальными калибрами пользуются значительно реже. Они применяются только в качестве контрольных калибров, а также для контроля профильных поверхностей изделий. Гладкие калибры применяются для измерения диаметров отверстий, диаметров валов, длин и высот.

Предельные калибры для отверстий называются калибрами-пробками и представляют собой стержень с двумя цилиндрами (фиг. 74). Один цилиндр имеет наименьший предельный размер

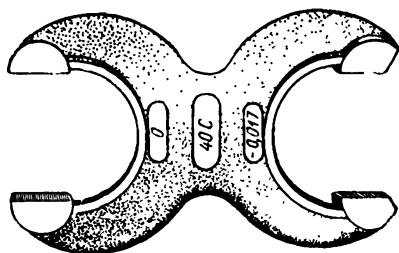
отверстия и называется проходным, второй имеет наибольший предельный размер и называется непроходным концом калибра.

Предельными калибрами для валов служат калибры-скобы (фиг. 75). Один конец скобы проходной, другой — непроходной. Размер проходной стороны равен наибольшему предельному размеру вала, размер непроходной стороны — наименьшему предельному размеру вала.

Проходные калибры-пробки при измерении должны свободно входить в отверстие, непроходные — не должны входить в отверстие полностью, а только «закусывать». Если непроходной калибр входит в отверстие, то это значит, что сделан брак. Проходные скобы должны надеваться на вал под действием собственного



Фиг. 74. Двусторонние калибры-пробки.



Фиг. 75. Двусторонний калибр-скоба.

веса. Непроходные скобы не должны надеваться на вал. Если непроходная скоба надевается на вал, то вал бракуется.

Предельные размеры изделий, для которых предназначены калибры, называются номинальными размерами калибров.

Фактические размеры калибров отличаются от номинальных размеров потому, что 1) калибры не могут быть абсолютно точно изготовлены; 2) в процессе пользования они изнашиваются и изменяют свой размер; 3) назначение их различно: они применяются либо для контроля изделия, либо для контроля самих калибров.

Калибры для контроля изделий называются рабочими. Калибры для контроля размеров калибров называются контрольными калибрами или контркалибрами. Виды калибров, допуски на их изготовление и износ установлены государственными стандартами и носят название системы допусков для предельных калибров.

2. КОНСТРУКЦИЯ КАЛИБРОВ

При разработке и выборе конструкций калибров следует исходить из основного принципа конструирования измерительных инструментов — принципа подобия. Сущность этого принципа состоит в том, что проходная сторона калибра должна представлять собой по своей форме подобие сопрягаемой детали и ограничивать все элементы изделия, а непроходная сторона — производить про-

верку отдельных ограниченных участков или сечений, проверяемого изделия.

Исходя из этого принципа, например, следует проверять вал кольцом и непроходной скобой, а отверстие проходной цилиндрической пробкой и непроходной неполной пробкой.

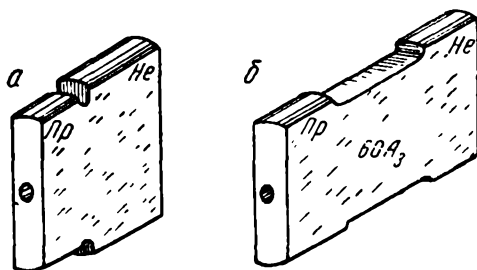
Калибры для контроля отверстий выполняются в виде: 1) пробок гладких полных; 2) пробок листовых неполных и пробок неполных; 3) штихмасов и нутромеров сферических; 4) пробок конических.

Пробки листовые неполные и пробки неполные

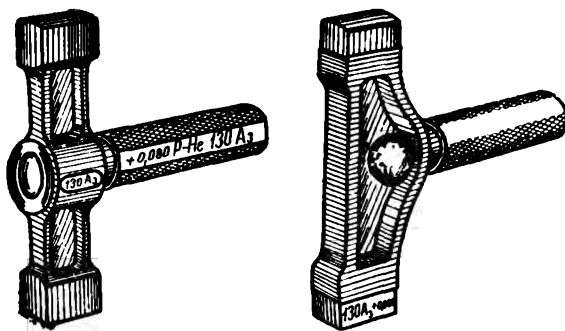
Пробки гладкие листовые неполные (фиг. 76) и пробки неполные (фиг. 77) применяются для проверки отверстий более крупных размеров. Измерительные поверхности листовых неполных и неполных пробок представляют собой часть цилиндра, диаметр которого равен диаметру калибра.

Непроходные стороны неполных пробок короче проходных.

Хотя проходные стороны таких калибров и менее надежны (нарушается принцип подобия), они все же предпочтительнее для крупных размеров изделий в связи с меньшим весом калибров.



Фиг. 76. Пробки листовые неполные:
а — односторонние; б — двусторонние.



Фиг. 77. Комплект неполных калибров-пробок.

Пробки гладкие полные

Гладкие калибры-пробки полные (см. фиг. 74) бывают цельными, т. е. сделанными из одного куска металла, и составными. Пробки для отверстий диаметром от 1 до 50 мм делаются в виде конических вставок (пробок с коническими хвостовиками), для

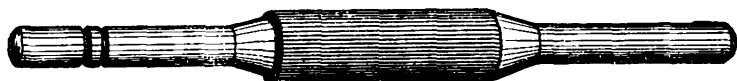
отверстий диаметром от 30 до 100 мм в виде цилиндрических насадок. Пробки бывают односторонними или двусторонними. Односторонние пробки имеют одну коническую вставку или одну цилиндрическую насадку. Двусторонние пробки имеют две вставки или две насадки.

Непроходная пробка значительно короче проходной, что позволяет рабочему безошибочно определять, какой стороной калибра измерять деталь.

Изображенная внизу на фиг. 74 пробка представляет комбинацию полной проходной и неполной проходной. В конструкции этого комплекта пробок последовательно проведен принцип подобия. Ручка пробки имеет форму трубки и изготавливается из стали или пластмассы.

Предельные штихмасы

Предельные штихмасы (фиг. 78) представляют собой цилиндрические стальные стержни, оканчивающиеся шаровыми измерительными поверхностями с радиусом, значительно меньшим радиуса измеряемой поверхности. Для измерения отверстия изготавливаются два штихмаса: проходной и непроходной. Для отличия



Фиг. 78. Штихмас.

на непроходном штихмase делается одна проточка, а на контрольном штихмase — две; проходной штихмас проточек не имеет. Чтобы удобнее пользоваться, на штихмас надевается рукоятка из пластмассы или дерева.

Штихмасы с измерительными поверхностями, образованными радиусом, равным половине размера штихмаса, называются сферическими нутромерами.

Калибры для измерения валов

Для измерения валов применяются калибры-скобы. Скобы бывают жесткие и регулируемые.

Жесткие скобы изготавливаются штампованными (см. фиг. 75), литыми и листовыми, а также односторонними и двусторонними.

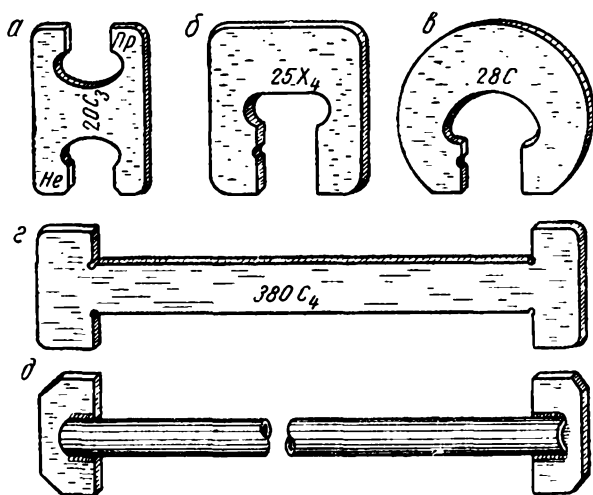
Односторонними скобами можно измерять один или два предельных размера. Если односторонняя скоба предназначена для измерения двух предельных размеров, то размеры расположены один за другим ступеньками, разделенными друг от друга канавкой. Односторонние скобы выпускаются с мерительными размерами до 180 мм.

Двусторонние штампованные калибры-скобы изготавливаются до размера 100 мм. Непроходная сторона губок двусторонних

скоб скошена под углом 45° . Этот скос облегчает ввод непроходной стороны скобы в изделие и помогает по внешнему виду отличать непроходную сторону скобы от проходной.

Литые жесткие скобы по внешнему виду похожи на штампованные. Они изготавливаются из ковкого чугуна и имеют стальные вставные губки, укрепляемые винтами.

Листовые жесткие калибры-скобы бывают двусторонними и односторонними. Они изготавливаются из листовой стали толщиной



Фиг. 79. Листовые калибры-скобы:

а — двусторонний калибр-скоба; *б* — прямоугольная односторонняя скоба; *в* — круглая односторонняя скоба; *г* — листовая скоба для длин; *д* — трубчатая скоба для длин.

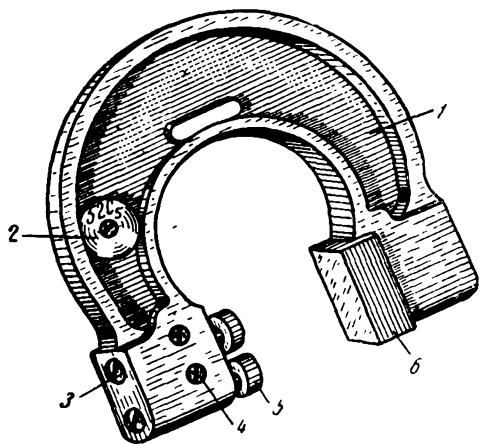
от 4 до 10 мм и могут быть изготовлены в любой лекальной мастерской.

Различные типы листовых калибров-скоб приведены на фиг. 79. Изображенные на фиг. 79, *г* и *д* скобы применяются для измерения линейных размеров (длин). Недостатки листовых скоб состоят в том, что они не имеют достаточной жесткости при измерениях.

Регулируемые калибры-скобы (ГОСТ 2216-43) получили свое название потому, что их можно установить перед измерением на нужный размер с определенной точностью и восстановить их рабочий размер по мере его износа. Размер калибра-скобы (фиг. 80) регулируется вращением винтов 3, расположенных на его торцевых поверхностях, и закрепляется винтами 4, расположенными на боковой плоскости.

Устанавливают регулируемые скобы на размер по контрольным калибрам или по блокам плоскопараллельных концевых мер.

После установки скобы на определенную посадку и класс точности головки установочных винтов заливают сургучом или мастикой и клеймят заводским клеймом.



Фиг. 80. Регулируемая скоба:

1 — корпус; 2 — маркировочная шайба; 3 — установочные винты; 4 — крепежные винты; 5 — измерительные вставки; 6 — губка.

Регулируемые скобы изготавливаются для диаметров до 330 мм. Регулируемые скобы не рекомендуется применять в качестве калибров первого и второго классов точности.

Калибры для измерения длин и высот

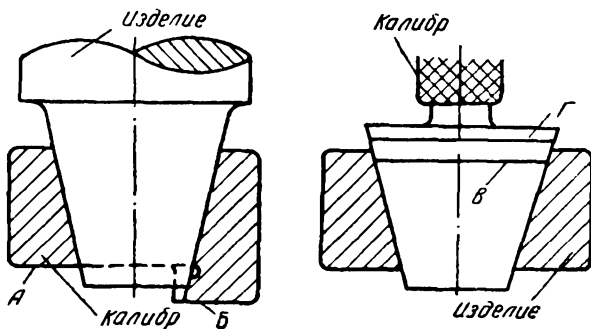
Для измерения длин и высот применяются калибры из листового материала (табл. 10).

При измерении угломерами, глубиномерами и высотомерами правильность размера определяют по световой щели.

в одном случае у измеряемой поверхности должна образоваться световая щель, в другом случае ее быть не должно. При этом условии изделие считается изготовленным в пределах заданных допусков. Стороны калибров называются большей и меньшей стороной. Для измерения канавок и проточек применяются калибры с рисками.

Калибры для конических поверхностей

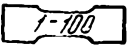
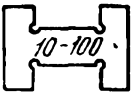
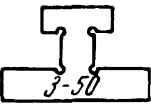
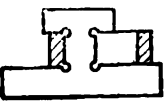
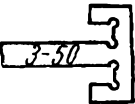
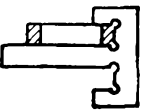
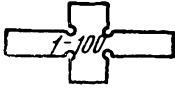
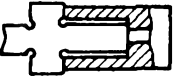
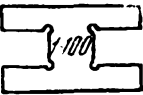
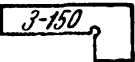
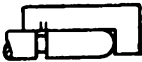
Конические поверхности обычно проверяются такими предельными калибрами, в которых проходная и непроходная стороны



Фиг. 81. Калибры для конических поверхностей.

объединены в одном калибре. Различают: калибр-кольцо и калибр-пробку. Способ измерения такими калибрами виден из

Таблица 16

Наименование	эскиз и пределы измерений	Назначение	Эскиз промера
Листовые калибры для пазов и отверстий		Проверка шпоночных пазов и диаметров отверстий	—
Скобы предельные для длин		Проверка длины	—
Скобы предельные для высоты, тип А		Проверка высоты	
Скобы предельные для высоты, тип Б		Проверка высоты	
Уступомеры предельные или шаблоны длины		Проверка наружных и внутренних уступов	
Глубиномеры предельные		Проверка глубины пазов и отверстий	
Высотомеры предельные		Проверка выступов цилиндрических и призматических	
Листовые калибры с рисками		Проверка проточек, канавок и прорезей	

фиг. 81. При измерении калибром-кольцом торец изделия обязательно должен лежать между плоскостями А и Б; при измерении пробкой — между рисками В и Г.

Таковыми калибрами можно определить только диаметр конуса, но нельзя определить, чему равен угол этого конуса. Угол конуса изделия может быть проверен этим калибром только на краску.

3. СИСТЕМА ДОПУСКОВ ПРЕДЕЛЬНЫХ КАЛИБРОВ

Как указывалось выше, фактические размеры калибров отличаются от их номинальных размеров и имеют свои допуски на изготовление, а также износ их во время эксплуатации.

Величины этих допусков, их расположение по отношению к номинальным размерам калибров установлены соответствующими государственными стандартами и носят название системы допусков для калибров.

Допуски предельных гладких калибров устанавливаются в зависимости от назначения калибров.

Каково же назначение применяемых калибров?

Для проверки изделия рабочим и контролером применяются рабочие калибры: проходной и непроходной.

Для приемки изделий от завода заказчиком применяются приемные калибры. Эти калибры представляют собой изношенные до известных пределов рабочие калибры. Приемные калибры обозначаются: П-ПР (приемный проходной) и П-Не (приемный непроходной).

Для контроля самих калибров служат контрольные калибры. Впереди их условного обозначения ставится буква К, а следующие буквы повторяют название калибров, для которых они предназначены. Так, К-РП — проходной контркалибр для нового рабочего проходного калибра; его еще называют припасовочным калибром для изготовления проходной стороны рабочего калибра; К-Не — проходной контркалибр для рабочего непроходного калибра, или припасовочный калибр для изготовления непроходной стороны рабочего калибра. Для контроля пробки служит скоба или кольцо, для контроля скобы служит пробка.

К-И — непроходной контркалибр для проходной стороны рабочих и приемных калибров. Буква И означает, что им контролируется износ. К-И окончательно бракует проходную сторону рабочих и приемных калибров, если они износились настолько, что проходят в калибр К-И, т. е. вышли за пределы допускаемого износа.

КП — проходной калибр для приемного проходного калибра. Если контркалибр КП входит в проходную сторону рабочего калибра, то этот рабочий калибр можно перевести в приемный калибр, как уже изношенный до соответствующего размера.

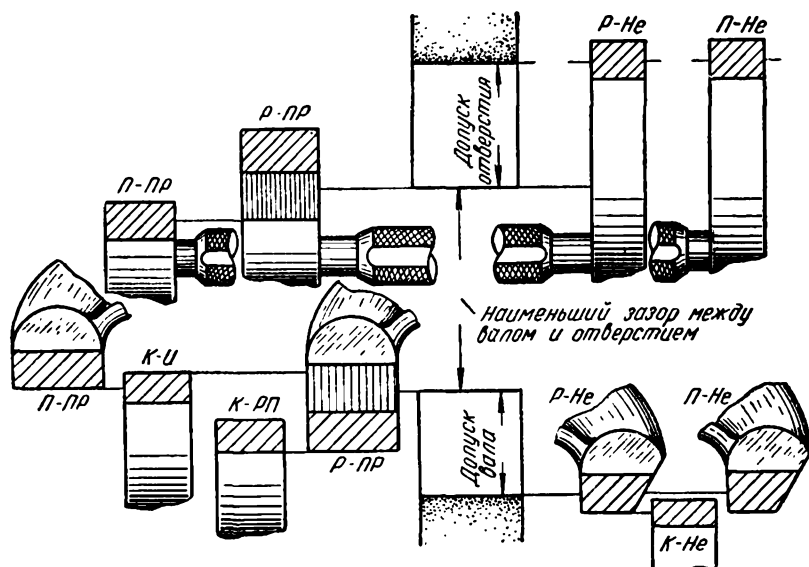
На калибрах маркируют обозначения классов точностей и посадок по ОСТ и приведенные выше сокращенные буквенные обозначения типов калибров.

Система допусков для предельных калибров устанавливает: размеры новых калибров и контркалибров; допуски на их изготовление; размеры, при которых калибры должны браковаться по износу, и расположение допусков относительно номинальных размеров калибров, т. е. в плюс или в минус. Допуски на неточность изготовления калибров обычно задаются так, чтобы тело проходной стороны имело припуск на будущий износ.

Допуском на неточность изготовления калибра называется разница между его наибольшим и наименьшим исполнительными размерами. Исполнительные размеры калибра это те размеры, в пределах которых разрешается его изготавливать.

Разность между наименьшим исполнительным размером калибра и размером изношенного калибра у пробок и разность между наибольшим исполнительным размером и размером изношенного у скоб и колец называется допуском на износ калибра.

На фиг. 82 показано расположение полей допусков для калибров и контркалибров по ОСТ. Заштрихованные поля вдоль



Фиг. 82. Допуски гладких калибров (схема для классов 1—3).

показывают расположение допусков на износ, заштрихованные наклонно — допуски на изготовление. Как видно из этой фигуры, допуски на изготовление и большая часть допусков на износ для рабочих калибров-пробок, проверяющих отверстия, лежат в плюс от номинального размера калибра, т. е. проходная сторона делается несколько больше, чем наименьший размер отверстия. У калибров-скоб, проверяющих валы, они располагаются в минус от номинального размера калибра, т. е. скоба делается несколько меньше, чем наибольший размер вала. Такое расположение допусков увеличивает долговечность калибров — при наименьшем отклонении их от номинальных размеров.

Для непроходных калибров допуски на износ не устанавливаются, так как они не входят в деталь и не изнашиваются.

Номинальные размеры калибров могут быть определены по ОСТ 1010—1017, 1021—1027, 1041—1043 и 1069.

Числовые значения допусков на износ и изготовление калибров даны в таблицах ОСТ 1201—1221.

Приведем несколько примеров вычисления исполнительных размеров калибров и контркалибров к ним.

Пример 1. Пусть требуется определить исполнительные размеры рабочего предельного калибра-скобы 60Д.

Номиналы скобы находим из табл. ОСТ 1013.

1. Номинал Р-ПР соответствует наибольшему предельному размеру вала и равен $60 - 0,012 = 59,988$ мм.

2. Номинал Р-Не соответствует наименьшему предельному размеру вала и равен $60 - 0,032 = 59,968$ мм.

Исполнительные размеры определяем из табл. ОСТ 1203.

1. Предельные размеры проходной стороны:

$$Р-ПР_{наиб} = 59,988 - 0,0015 = 59,9865 \text{ мм};$$

$$Р-ПР_{наим} = 59,988 - 0,0065 = 59,9815 \text{ мм},$$

а исполнительный размер равен $59,9815^{+0,0005}$.

2. Предельные размеры непроходной стороны:

$$Р-Не_{наиб} = 59,968 + 0,0025 = 59,9705 \text{ мм};$$

$$Р-Не_{наим} = 59,968 - 0,0025 = 59,9655 \text{ мм},$$

а исполнительный размер Р-Не $= 59,9655^{+0,0005}$.

Пример 2. Пусть требуется определить исполнительные размеры рабочего калибра-пробки для отверстия 45А₃.

По табл. ОСТ 1013 выбираем номиналы пробки:

$$Р-ПР = 45,000 \text{ мм};$$

$$Р-Не = 45,000 + 0,050 = 45,050 \text{ мм}.$$

Предельные размеры стороны калибра определяем из табл. ОСТ 1205:

$$Р-ПР_{наиб} = 45,000 + 0,0095 = 45,0095 \text{ мм};$$

$$Р-ПР_{наим} = 45,000 + 0,0025 = 45,0025 \text{ мм}.$$

Предельные размеры непроходной стороны:

$$Р-Не_{наиб} = 45,050 + 0,0035 = 45,0535 \text{ мм};$$

$$Р-Не_{наим} = 45,050 + 0,0035 = 45,0465 \text{ мм}.$$

Исполнительные размеры калибров:

$$Р-ПР = 45,0095^{-0,0007};$$

$$Р-Не = 45,0635^{-0,0007}.$$

Пример 3. Пусть требуется определить размер изношенной проходной стороны скобы 30Х₂ и исполнительные размеры контркалибров к этой скобе. Номиналы калибра выбираем по табл. ОСТ 1013:

$$Р-ПР = 30,000 - 0,025 = 29,975 \text{ мм};$$

$$Р-Не = 30,000 - 0,085 = 29,915 \text{ мм}.$$

Размер изношенной рабочей проходной скобы Р-ПР определяем по таблице ОСТ 1205:

$$29,975 + 0,004 = 29,979 \text{ мм}.$$

При этом размере проходная сторона должна быть забракована.

Исполнительный размер новой рабочей проходной скобы Р-ПР, определяемый по этой же таблице, равен:

$$29,975 - 0,0135 = 29,9615^{+0,0009}.$$

Исполнительный размер контркалибра для рабочего проходного калибра К-РП берем по табл. ОСТ 1215:

$$29,975 - 0,105 = 29,9645^{-0,004}.$$

Контркалибр должен проходить в проходную сторону новой скобы. Исполнительный размер контркалибра, определяющего износ К-И, также берем из табл. ОСТ 1215:

$$29,975 + 0,004 = 29,979^{-0,004}.$$

Если такой контркалибр пройдет в изношенную проходную сторону скобы, то скоба должна быть забракована.

Исполнительный размер контркалибра К-Не находим из табл. ОСТ 1216:

$$29,915 - 0,0015 = 29,9135^{-0,004}$$

К-Не должен проходить в непроходную сторону рабочего проходного калибра Р-ПР.

Система допусков на предельные листовые калибры для глубин и высот уступов установлена ГОСТ 2534-44.

Сторона этих калибров, соответствующая наибольшему предельному размеру изделия, обозначается буквой Б (большая), соответствующая наименьшему предельному размеру — буквой М (меньшая).

Поля допусков на изготовление и износ располагаются симметрично относительно предельных размеров изделия (фиг. 83). Поля допусков, указанные на этой фигуре буквами А-Б и А-М, служат допусками калибров, применяемых в спорных случаях, вызываемых расхождениями в размерах калибров. Такие калибры называются арбитражными калибрами.

Предельные отклонения новых и изношенных калибров выбираются из ГОСТ 2534-44 в зависимости от размера изделия и допуска на его изготовление.

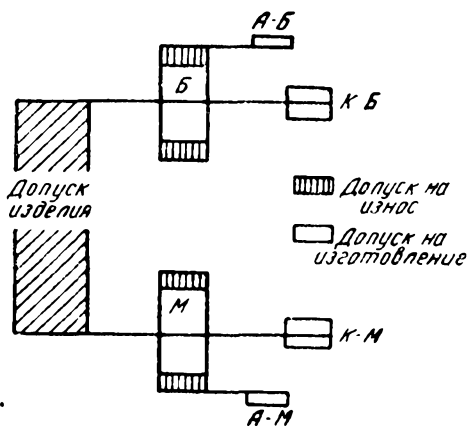
ГОСТ 2534-44 охватывает допуски изделий от четвертого до девятого классов точности.

В ГОСТ даны также предельные отклонения контркалибров или выработок, обозначаемых соответственно К-Б (контркалибр большего размера) и К-М (контркалибр меньшего размера).

Предельные отклонения контркалибров зависят от номинальных размеров калибров и величины предельных отклонений на их изготовление.

Рассмотрим пример пользования ГОСТ 2534-44.

Размер изделия = $60^{+0,3}$.



Фиг. 83. Допуски листовых калибров для длин и высот.

По табл. ГОСТ предельные отклонения новых калибров $\pm 0,015$, изношенных $\pm 0,023$.

Предельные размеры нового калибра (в мм):

$$\begin{aligned} B_{\text{наиб}} &= 60,3 + 0,015 = 60,315 \\ B_{\text{наим}} &= 60,3 - 0,015 = 60,285 \\ M_{\text{наиб}} &= 60 + 0,015 = 60,015 \\ M_{\text{наим}} &= 60 - 0,015 = 59,985 \end{aligned}$$

Если размер калибра Б при его износе уменьшается, а размер М увеличивается, то размеры изношенного калибра будут (в мм):

$$\begin{aligned} Б &= 60,3 - 0,023 = 60,277 \\ М &= 60 + 0,023 = 60,023 \end{aligned}$$

Предельные размеры контракалибров определяются из соответствующей таблицы ГОСТ 2534-44 (в мм):

$$\begin{aligned} К-Б_{\text{наиб}} &= 60,3 + 0,007 = 60,307 \\ К-Б_{\text{наим}} &= 60,3 - 0,007 = 60,293 \\ К-М_{\text{наиб}} &= 60 + 0,007 = 60,007 \\ К-М_{\text{наим}} &= 60 - 0,007 = 59,993 \end{aligned}$$

4. ПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛИБРАМИ

Калибры — точный и дорогой инструмент. Малейшая небрежность в обращении приводит к повреждению их поверхностей, потере точности при измерении и браку изделий.

Ниже приводятся правила эксплуатации калибров:

1. Никогда не применять усилий при пользовании калибрами; нельзя вводить их в изделие ударами или с сильным нажимом.

2. Проходная сторона калибра должна под действием своего веса легко, без нажима входить в изделие. Непроходная сторона — не должна входить или в крайнем случае может только закусывать изделие.

При излишнем усилии калибр пружинит, теряет свой размер и быстро изнашивается.

3. Проверяемое калибрами изделие должно быть очищено от пыли, грязи, заусенцев и насухо вытерто. Проверка смазанных изделий или изделий смазанными калибрами приводит к ошибкам в оценке размера изделия.

4. Запрещается проверка калибрами вращающихся изделий.

5. Нельзя производить проверку нагретых изделий. Изделие должно быть охлаждено до температуры калибра.

Проверка нагретых изделий приводит к ошибкам в определении размера изделия и порче калибра.

6. Строго в установленные сроки калибры должны предъявляться органам технического контроля для проверки.

7. Калибры должны храниться на рабочем месте и в кладовой на деревянных подушках. Их измерительные поверхности не должны соприкасаться с металлическими предметами. Не следует допускать ударов по калибру или падения калибра на пол.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Что называется калибром?
 2. Чем отличаются калибры предельные от калибров нормальных и какова область применения тех и других?
 3. Для чего служат проходная и непроходная стороны калибров?
 4. Что называется номинальным размером калибра? Каковы номинальные размеры у калибра 25A₄, 40X₃ и 30C?
 5. Что называется исполнительным размером калибра?
 6. Какой калибр называют приемным?
 7. Какие виды калибров предусмотрены системой допусков на предельные калибры?
 8. Что такое контркалибр? Какие типы контркалибров вам известны? Каково их назначение?
 9. Какие калибры применяются для контроля диаметров отверстий и для контроля диаметров валов?
 10. Какие калибры применяются для измерения длин и высот?
 11. Как пользуются калибрами для измерения конических поверхностей?
 12. Как располагаются на различных видах калибров поля допусков на неточность изготовления и на износ калибров?
 13. Определите исполнительные размеры и установите размер изношенного калибра для следующих калибров: для валов 185C₃, 10B₃, 17X₃, 12X и для отверстий 27A, 105X₃, 21C₃.
 14. Как располагаются поля допусков на изготовление и износ листовых калибров для измерения длин и высот?
 15. Определите исполнительные размеры и установите размеры изношенных калибров для длин и высот, а также размеры контркалибров для следующих размеров: 75 ± 0.5 ; $5 + 0.2$; $17 + 0.15$; $124 + 1$; $105 - 0.7$.
-

ГЛАВА VII

ПРОИЗВОДСТВО ГЛАДКИХ КАЛИБРОВ

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЛИБРАМ

К качеству изготовленных калибров предъявляются следующие требования, зависящие в первую очередь от выбранного технологического процесса и материала калибра:

1. Высокая точность изготовления.
2. Высокая износоустойчивость.
3. Сопrotивляемость коррозии.
4. Постоянство рабочих размеров.

На соблюдение последних трех условий непосредственное влияние оказывает материал и его термическая обработка.

Материал, применяемый для производства измерительного инструмента, должен давать наименьшие деформации (поводки) при закалке, сохранять размеры инструментов при продолжительном хранении, обладать высоким сопротивлением износу и коррозии, давать высокую твердость измерительных поверхностей (56—64 R_c) и, наконец, хорошо обрабатываться при шлифовании и доводке, обеспечивая надлежащую чистоту поверхности.

Материалом для измерительных частей калибров служат инструментальные углеродистые, инструментальные легированные, цементуемые и азотируемые стали.

Для изготовления калибров применяются стали различных марок и из них наиболее распространены следующие:

1. Ст. 2, Ст. 3 (ГОСТ 380-50), 15,20 (ГОСТ 1051-41), 15X, 20X (ГОСТ 4543-48), подвергающиеся цементации.
2. Углеродистые инструментальные стали У8А, У10А и У12А (ГОСТ 1435-42).
3. Легированные инструментальные стали ХГ, Х и Х12 (ГОСТ 5950-51).
4. Стали для азотирования 35ХЮА и 38ХМЮА (ГОСТ 4543-48).

Химический состав этих сталей приведен в табл. 11.

Первая группа сталей позволяет получить инструмент с высокой поверхностной твердостью и мягкой сердцевиной, облегчающей рихтование инструмента. Тем не менее при закалке инструмента из сталей этой группы очень велики деформации. Инструмент, изготовленный из них, плохо противостоит коррозии. Поэто-

му стали для цементации находят весьма ограниченное применение и служат для изготовления малоответственного инструмента (неполных пробок, листовых калибров, скоб, высотомеров и т. п.).

Вторая группа сталей обладает этими же недостатками, но только в меньшей степени.

Третья группа сталей, т. е. легированные инструментальные стали и в особенности марка ХГ, наиболее пригодна для изготовления самых ответственных калибров. Калибры, изготовленные из этих сталей, имеют повышенную стойкость против износа, почти не изменяют формы и размеров при закалке, в течение длительного периода времени сохраняют постоянство своих размеров при правильно проведенном искусственном старении и обладают значительной стойкостью против коррозии.

Наконец, инструмент, изготовленный из подвергаемых азотированию сталей четвертой группы, обладает наибольшей износостойкостью и сохраняет постоянство размеров. Отсутствие короблений при азотировании позволяет получать чистовые размеры инструмента до термохимической обработки (азотирования), ограничивая окончательную обработку доводкой.

Из сталей первой группы изготавливаются листовые калибры, скобы штампованные, неполные пробки, профильные листовые калибры несложного профиля. Цементируемые стали, легированные хромом, применяются для таких же инструментов, но со значительной длиной закаливаемых частей.

Стали второй группы применяются для изготовления штихмасов и гладких цилиндрических калибров-пробок.

Стали третьей группы пригодны для изготовления гладких цилиндрических калибров-пробок, резьбовых калибров, вставок и губок регулируемых скоб, лекальных линейек, концевых мер длины и других особо ответственных измерительных инструментов.

Из азотируемых сталей изготавливаются очень сложные и длинные инструменты при малом сечении. Весьма важное значение для качества калибров имеет получение их точных размеров, точной геометрической формы и высокой чистоты поверхности.

Рабочие размеры калибров должны укладываться в пределы допусков на изготовление, установленных системой допусков.

Погрешности геометрической формы измерительных поверхностей (овальность, конусность, непараллельность и т. д.) не должны выходить за пределы установленных допусков на изготовление.

Качество отделки рабочих поверхностей калибров должно соответствовать следующим степеням чистоты отделки:

1) калибры для отверстий и валов первого и второго классов и посадок A_3 , C_3 и B_3 — первой степени;

2) калибры для посадок H_3 , $Ш_3$ и четвертого класса точности — второй степени;

3) калибры для пятого и более грубых классов точности — третьей степени.

Марки сталей, рекомендуемые для

Класс стали	№ ГОСТ	Группа стали	Марка	Химический	
				углерод	марганец
Сортовая обычного ка- чества	ГОСТ 380-50	Углеродистая	Ст. 2 Ст. 3	0,09—0,15 0,14—0,22	0,35—0,50 0,40—0,65
Сортовая качественная	ГОСТ В-1050-52	Углеродистая	15 20 25	0,10—0,20 0,15—0,25 0,10—0,30	0,35—0,65 0,35—0,65 0,50—0,80
Сортовая качественная легированная	ГОСТ 4543-48	Хромовая	15 X 20 X	0,12—0,20 0,15—0,25	0,30—0,60 0,50—0,80
Инструмен- тальная угле- родистая	ГОСТ 1435-42	Углеродистая	У8А У10А У12А	0,75—0,85 0,95—1,09 1,10—1,25	0,25—0,35 0,15—0,25 0,15—0,25
Инструмен- тальная леги- рованная	ГОСТ 5950-51	Хромовая	X XГ X12	0,95—1,10 1,30—1,50 2,00—2,30	Не более 0,4 0,45—0,70 Не более 0,35
Сортовая высококаче- ственная ле- гированная	ГОСТ 4543-48	Хромоалюми- ниевая. Хромополиб- деноалюми- ниевая	35Х10А 38ХМЮА	0,31—0,39 0,35—0,42	0,30—0,60 0,30—0,60

Условные обозначения, принятые в наименованиях марок сталей: X—хромо
кокачественная.

Таблица 11

производства измерительных инструментов

состав в %

кремния	хром	никель	молибден	алюминий	фосфор	сера
					не более	
— 0,12—0,30	— —	— —	— —	— —	0,055 0,055	0,050 0,050
0,17—0,37	Не более 0,30	Не более 0,30	—	—	0,045	0,045
0,17—0,37	» 0,30	» 0,30	—	—	0,045	0,045
0,12—0,37	» 0,30	» 0,30	—	—	0,045	0,045
0,17—0,37	0,70—1,00	Не более 0,40	—	—	0,040	0,040
0,17—0,37	0,70—1,00	» 0,40	—	—	0,040	0,040
Не более 0,30	Не более 0,20	Не более 0,25	—	—	0,030	0,030
» 0,30	» 0,20	» 0,25	—	—	0,030	0,030
» 0,30	» 0,20	» 0,25	—	—	0,030	0,030
Не более 0,35	1,30—1,60	—	—	—	0,030	0,030
» 0,35	1,30—1,60	—	—	—	0,030	0,030
» 0,40	11,50—13,00	Не более 0,35	—	—	0,030	0,030
0,17—0,37	1,35—1,65	Не более 0,40	—	0,70—1,20	0,040	0,040
0,17—0,37	1,39—1,65	» 0,40	0,15—0,25	0,70—1,10	0,040	0,040

вая; Г — марганцовистая; М — молибденовая; Ю — алюминиевая; А — высоко-

Отнесение той или иной поверхности калибра к этим степеням чистоты отделки производится сравнением с эталонами (образцами) по ГОСТ 2789-51 (чистота поверхностей), причем первая степень должна соответствовать $\nabla \nabla \nabla \nabla$ 12в, вторая — $\nabla \nabla \nabla \nabla$ 11б, а третья — $\nabla \nabla \nabla$ 9б.

Чистота поверхности имеет решающее значение для качества калибра. Чем чище поверхность калибра, тем лучше она сопротивляется износу и коррозии, а поэтому для более точных калибров, где допуски на износ не могут быть большими, чистота отделки должна быть наивысшей.

Нерабочие поверхности калибров, прилегающие к рабочим и не подвергающиеся специальному покрытию, должны быть шлифованными.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Калибры-пробки полные и неполные, штихмасы, скобы жесткие, калибры для длин, несмотря на существенную разницу в назначении и конструкции, имеют общий порядок технологических операций, определяемый конечной целью получения точного и сохраняющего постоянство своих размеров инструмента.

Этот порядок может быть сведен к выполнению следующих 13 операций.

Заготовительная. Эта операция применяется во всех случаях изготовления калибров, независимо от того, изготавливается ли калибр непосредственно из проката или листовой стали или подвергается ковке или штамповке. Она состоит в отрезке круглого или листового проката на станках или же в газовой вырезке из листа заготовок, или, наконец, в отрезке и последующей ковке заготовок. Ковка или штамповка применяются тогда, когда получение нужных очертаний калибра путем механической обработки экономически невыгодно и требует много времени или же отсутствует прокат необходимых размеров.

Отжиг. Отжиг стали состоит в нагреве изделия до определенной температуры, выдержке в течение некоторого времени изделия при этой температуре и очень медленном охлаждении. Такое медленное охлаждение достигается путем охлаждения изделия вместе с печью.

Отжиг необходим для придания стали лучшей обрабатываемости и для подготовки материала к закалке. Если неправильно провести или не сделать отжиг, то при закалке возможны трещины и значительные коробления. Эта операция применяется, главным образом, послековки и газовой вырезки.

Механическая обработка (точение, фрезерование или шлифование). При изготовлении сложных и крупных калибров механическую обработку рекомендуется проводить в две операции: предварительную обработку после отжига с припуском на последующую обработку 0,3—1 мм и чистовую обработку после предварительной термической обработки (закалка и высокий отпуск в пределах 650—700°). Разделение операций на предварительную

и чистовую с промежуточной термической обработкой создает благоприятные условия для закалки.

Закалка. Закалка представляет собой нагрев изделия до определенной температуры, а затем быстрое охлаждение изделия в масле, в воде или в какой-либо другой среде. Назначение закалки — придать стали высокую твердость.

Отпуск. С целью уменьшения хрупкости и снятия внутренних напряжений, возникших в процессе закалки, изделие подвергается отпуску, т. е. вторичному нагреву до невысоких температур и выдержке при этой температуре.

Правка. Правку калибров, изготовленных из инструментальной стали, следует производить осторожно сразу же после охлаждения их в масле, преимущественно в горячем состоянии при 100—200°. Желательно избегать ударов и пользоваться для выправления кривизны прессом.

Очистка. Очистка выполняется либо кипячением в содовом растворе или растворе поташа, либо в пескоструйной камере.

Шлифование. Шлифование осуществляется на шлифовальных станках в местах, указанных чертежом. Если калибры имеют центровые отверстия, их обработку начинают с шлифования.

Искусственное старение. Старение — обязательная операция для всех калибров, изготовленных из закалывающейся стали, и необходимо для сохранения постоянства их размеров в эксплуатации.

Доводка. Назначение доводки состоит в придании рабочим поверхностям калибра точных размеров, формы и высокой степени чистоты поверхности.

Маркирование. При изготовлении калибров применяется маркирование травлением и электрографом.

Приемка. Приемка по размерам и наружному осмотру производится в соответствии с техническими условиями на изготовление калибров (ГОСТ 2015-43).

Антикоррозийное покрытие и упаковка. Выше был рассмотрен технологический процесс изготовления калибров из высокоуглеродистой стали.

Порядок операций при изготовлении калибров из цементируемой стали несколько отличается от изложенного и может быть следующим: заготовительная; ковка или штамповка; нормализация или высокий отпуск; механическая обработка; цементация; закалка, отпуск; правка или рихтование; очистка, искусственное старение; шлифование; доводка; маркирование; приемка; антикоррозийное покрытие и упаковка. Из перечисленных операций рассмотрим только нормализацию (операция 3), цементацию (операция 5) и правку (операция 8).

Нормализация. Нормализация, или высокий отпуск, подготавливает материал для цементации и уменьшает деформацию при нагреве.

Цементация. Под цементацией понимают насыщение поверхности стали дополнительным количеством углерода путем нагревания стали в порошке древесного угля.

Насыщенная поверхность стали хорошо закаливается, тогда как ее сердцевина закалку не воспринимает.

Цементация может быть (в зависимости от конструкции калибра) общей или местной, с защитой отдельных участков глиной или омеднением.

Правка. Правка производится только в некоторых случаях. Для листовых калибров допускается рихтование, однако последнее нежелательно, так как создает внутренние напряжения в металле и способствует нарушению постоянства размеров калибров в эксплуатации.

Из сравнения этих технологических процессов следует, что изготовление калибров из цементируемой стали значительно сложнее, однако особые качества таких калибров (мягкая сердцевина) в некоторых случаях окупают сложность их изготовления.

3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ-ПРОБОК И ШТИХМАСОВ

Предварительную механическую обработку полных калибров-пробок производят на револьверных или токарных станках. После операции термической обработки следует чистовая механическая обработка. Чистовая механическая обработка чаще всего начинается со шлифования центров, состояние которых оказывает непосредственное влияние на точность последующих шлифовальных операций. Шлифование рабочей части выполняется в две операции — предварительное и окончательное. Шлифование остальных поверхностей производится за одну операцию. Предварительное шлифование производится крупнозернистым кругом с характеристикой Э-К46—60 С1—СМ2. Назначение этого шлифования — удалить основную часть материала и устранить дефекты термической обработки.

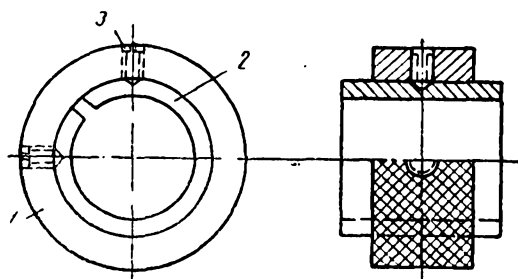
Окончательное шлифование выполняется мелкозернистым кругом ЭБ-К80—100 СМ2—СМ1 и имеет целью подготовить калибр для доводки или же (для калибров 5 класса точности и грубее) обработать его окончательно в размер.

Для доводки гладких калибров-пробок размерами до 100 мм первого и второго класса точности, а также контркалибров, оставляют припуск на доводку от 4 до 2 микрон; для калибров третьего класса — от 0 до 2 микрон. Доводка калибров четвертого класса точности осуществляется за счет допуска на неточность их изготовления.

Доводка калибров уточняет размер и придает поверхности высшую степень чистоты и гладкости. Доводка выполняется ручную или при серийном изготовлении калибров на специальных доводочных станках. Ручная доводка выполняется на доводочных головках разнообразных конструкций и реже на токарных станках.

Инструментом для доводки калибров служат цилиндрические притиры (фиг. 84). Цилиндрическая накатанная обойма 1 служит для удержания притира в руках. Пружинное кольцо 2 притира изготавливается из мелкозернистого чугуна. При помощи винтов 3, сжимающих пружинное кольцо, осуществляется нажим притира на изделие.

Для предварительной доводки применяется электрокорундовый микрошлифпорошок М10—М14 в смеси с керосином, а для



Фиг. 84. Круглый притир.

окончательной — тонкая паста ГОИ, нанесенная на стеклянный плоский притир.

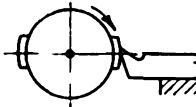
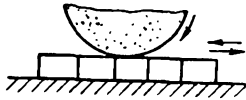
Процесс обработки гладкой неполной пробки изображен в табл. 12.

Таблица 12

Схема изготовления гладких неполных пробок

№ операции	Наименование операции	Эскиз	Припуск под последующую операцию в мм
1	Строгание прутка		0,4—0,6
2	Разрезка		1,2—2,0
3	Фрезерование по контуру		—
4	Сверление и центрование по разметке		—

Таблица 12 (окончание)

№ операции	Наименование операции	Эскиз	Припуск под последующую операцию в мм
5	Обточка		0,4—0,6
6	Термическая обработка	—	—
7	Шлифование плоскостей		—
8	Шлифование по размеру		0,004—0,006
9	Доводка		

Их доводка производится вручную, с закреплением в слесарных тисках.

Применяемые при доводке абразивы и смазка такие же, как и при доводке полных пробок.

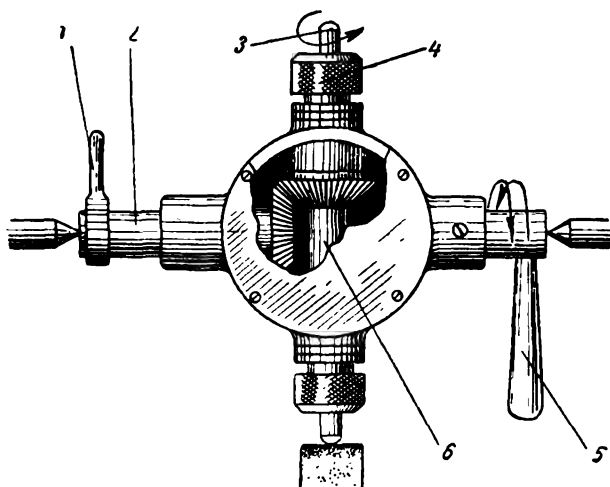
Доводка неполной пробки признается годной, если ее размеры не менее, чем в трех, равномерно расположенных вдоль оси точках, находится в пределах допуска чертежа.

Рассмотрим процесс изготовления штихмасов и нутромеров. Для их изготовления применяют калиброванную холоднотянутую сталь. В этом случае технологический процесс их изготовления состоит из отрезки, обточки торцев по сфере, термической обработки торцев, шлифования, доводки торцев и маркирования штихмаса.

Шлифование торцев штихмаса осуществляется на круглошлифовальных станках в приспособлении, изображенном на фиг. 85. Поперечная ось такого приспособления получает через поводок 1 движение от шпинделя шлифовального станка. Втулка 2, вращаемая шпинделем, соединена с конической шестерней. Эта шестерня приводит в движение другую шестерню, скрепленную с втулкой 6, и шлифуемый штихмас 3, который закреплен в патронах 4. При помощи этих шестерен штихмас вращается вокруг собственной оси. Качание штихмаса в центрах станка осуществляется вручную рукояткой 5. При измерениях штихмас вынимается из станка вместе с приспособлением.

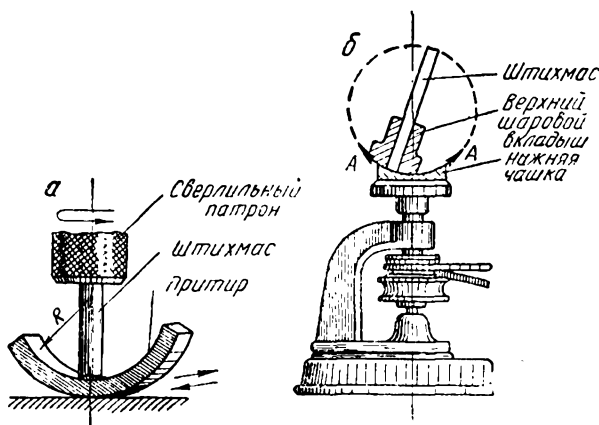
Для доводки штихмасов и нутромеров нужно оставлять припуск от 0,02 до 0,04 мм на диаметр.

Наиболее распространенные способы доводки сферических поверхностей штихмасов приведены на фиг. 86. Доводка первым



Фиг. 85. Приспособление для шлифования штихмасов.

способом осуществляется на сверлильном станке. Притиром служит внутренняя часть разрезанного чугунного кольца. Его внут-



Фиг. 86. Доводка штихмасов.

ренний диаметр равен удвоенному радиусу сферы штихмаса или нутромера. При доводке штихмас зажимается в патрон и получает вращение от шпинделя станка, а притир перемещается возвратно-поступательно от руки, как указано стрелками на фиг. 86, а.

Более совершенный способ доводки штихмасов показан на фиг. 86, б. Доводка производится в этом случае при помощи сферического чугунного чашечного притира, радиус сферы которого соответствует радиусу сферы штихмаса. В верхнем шаровом вкладыше сделано отверстие, равное диаметру стержня штихмаса. Нижняя чашка вращается вокруг вертикальной оси, а верхний вкладыш медленно перемещается в направлениях стрелок А.

Доводка внутренних отверстий колец осуществляется при помощи разжимных чугунных притиров, насаживаемых на конические оправки.

Измерение размеров рабочей части калибров-пробок и штихмасов после шлифования производится микрометрами, а после и в процессе доводки — рычажными микрометрами, миниметрами и оптиметрами, причем рабочие размеры полных пробок измеряются на вертикальном оптиметре, штихмасов и неполных пробок — на горизонтальном оптиметре. Внутренний диаметр калибров-колец проверяется приборами для внутренних измерений, блоками концевых мер с принадлежностями для внутренних измерений и, наконец, на горизонтальном оптиметре при помощи специального приспособления для внутренних измерений. Выбор способа измерения зависит от допусков калибров, условий работы, наличия соответствующих средств измерения и квалификации лекальщика.

4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ-СКОБ

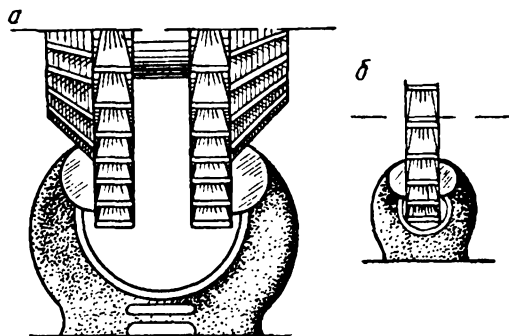
В инструментальных цехах широко распространено изготовление скоб из листовой стали. Заготовку скобы вырезают ножницами или вырезают в специальном штампе под прессом.

Заготовка штампованных скоб получается горячей штамповкой в штампах.

Листовые заготовки правятся. После удаления окалины на пескоструйном аппарате заусеницы листовых скоб удаляются на точильном станке или вручную при помощи напильников.

Затем на плоскошлифовальных станках производят шлифование боковых сторон.

Для фрезерования зева скобы зажимаются в специальное приспособление по несколько штук. Большие скобы фрезеруют двумя дисковыми фрезами, установленными на оправке станка. Непроходные стороны скоб фрезеруют одновременно со снятием фасок набором фрез (фиг. 87, а). Скобы меньших размеров про-

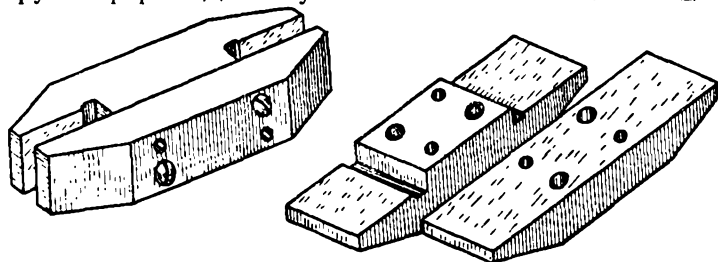


Фиг. 87. Фрезерование зева скобы:

а — набором фрез; б — дисковой трехсторонней фрезой.

резаются дисковой трехсторонней или шлицевой фрезой соответствующей ширины, дающей нужный припуск на шлифование и доводку (фиг. 87, б). Этот припуск лежит в пределах 0,3—0,4 мм для небольших скоб и доходит до 1 мм для скоб большого размера.

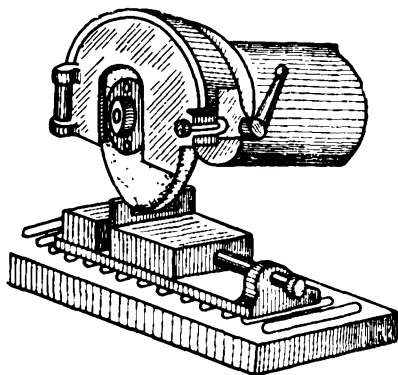
Скобы чрезвычайно мелких размеров прорезаются шлифовальным кругом формы Д на вулканитовой связке. Однако дальней-



Фиг. 88. Составные скобы малых размеров.

шая обработка таких скоб также представляет большие трудности, поэтому скобы малых размеров в последнее время изготавливаются составными (фиг. 88). Каждая половинка такой скобы может быть свободно прошлифована на плоскошлифовальном станке, доведена на плоском притире и собрана.

После цементации, отжига, закалки и отпуска (для скоб, изготовленных из цементируемой стали) и закалки и отпуска (для скоб, изготовленных из высокоуглеродистой стали) производят очистку скоб на пескоструйном аппарате. Старению скобы подвергаются либо сразу после закалки, либо после грубого шлифования.



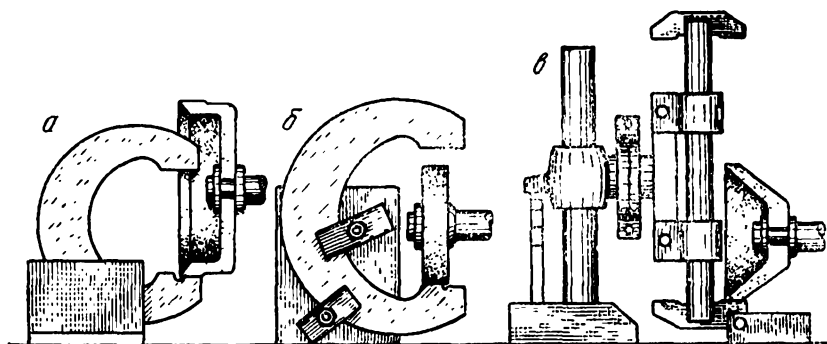
Фиг. 89. Шлифование зева скобы.

Отшлифовав на плоскошлифовальном станке боковые плоскости, служащие базой для дальнейшей обработки, производят шлифование рабочих поверхностей. Этот процесс осуществляется на плоскошлифовальном станке с горизонтальным шпинделем и реže на специальных станках для шлифования и доводки скоб.

Установка скоб для шлифования на плоскошлифовальном станке в параллельных тисках показана на фиг. 89. Шлифование может производиться специальными кругами формы С Т-образного профиля, формы ПП и в некоторых случаях форм ЧЦ и ЧК ГОСТ 2424-52. Различные случаи шлифования скоб показаны на фиг. 90.

Следует отметить, что шлифование скоб на плоскошлифовальных станках дает не худшие результаты, чем обработка их на специальных станках для шлифования скоб.

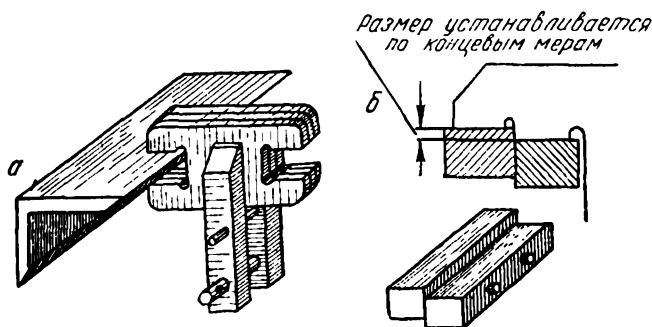
Механическая доводка скоб на специальных станках дает худшие результаты, чем ручная доводка, и после нее неизбежно ручное полирование рабочих поверхностей. Также пока не дают



Фиг. 90. Различные случаи шлифования скоб:

a — шлифование чашечным кругом; *б* — шлифование плоским кругом; *в* — шлифование трубчатой скобы.

положительных результатов различные приспособления для доводки скоб к токарным и другим станкам, как не обеспечивающие высокого качества поверхности.



Фиг. 91. Доводка и полировка скоб.

Все скобы, за исключением скоб с пятого по девятый классы точности, подвергаются ручной доводке или полированию.

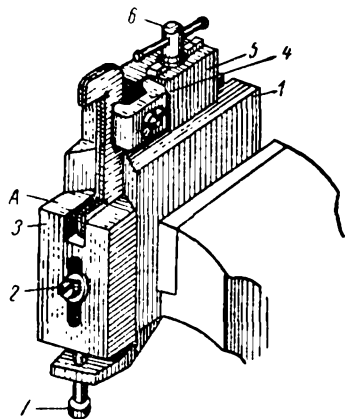
Для этой цели после шлифования оставляется припуск в следующих пределах: для скоб первого и второго классов точности 15—25 микрон; для скоб третьего и четвертого классов точности 10—20 микрон.

Слесарная доводка и полирование скоб осуществляется на хорошо отшлифованном плоском притире из мелкозернистого

чугуна. На фиг. 91, а показана доводка на таком притире пакета листовых скоб. Скобы скреплены струбицей, а притир установлен в тисках. Доводка осуществляется возвратно-поступательным перемещением пакета скоб относительно притира. Во избежание завалов перемещение должно быть ритмичным, с постоянным нажимом рук на скобу.

На фиг. 91, б изображен применяемый стахановцами комбинированный притир для совместной доводки проходного и непроходного размеров односторонних скоб. Размер между рабочими плоскостями такого притира устанавливается по концевым мерам и фиксируется винтами.

Очень хорошие результаты при доводке и полировании скоб дает приспособление, показанное на фиг. 92. Корпус 1, зажатый в слесарные тиски, при помощи винта 2 соединен с устанавливаемой на нужной высоте призмой 3, верхняя плоскость А которой служит направляющей для доводки одной стороны скобы. Скоба или пакет скоб закрепляется планкой 4 в державке 5. Винт 6 соединяет державку 5 с корпусом приспособления. Точное регулирование высоты направляющей плоскости производится винтом 7.



Фиг. 92. Приспособление для доводки скоб.

Пользуются таким приспособлением следующим образом: отполировав одну сторону скобы, вывертывают винт 6 и, повернув державку на 180°, вновь ставят ее на свое место и закрепляют в приспособлении. Необработанная сторона скобы окажется внизу. Призму 3 устанавливают по блоку плоскопараллельных мер на нужный размер и производят доводку другой стороны скобы до тех пор, пока притир не станет касаться направляющей призмы. Приемы доводки в этом приспособлении напоминают опилование по копиру. Они значительно проще и вполне доступны начинающим лекальщикам.

Для предварительной доводки скоб применяют микрошлифпорошок М20—М28, для окончательной доводки — М14 в смеси с керосином. Полирование производится тонкой пастой ГОИ 2—4 μ , нанесенной на стеклянный притир.

Для доводки и полирования нельзя пользоваться одними и теми же притирами, так как проникшие в поры притира зерна более крупного микрошлифпорошка, даже при тщательной очистке поверхности, останутся там и дадут грубые риски на доведенной до зеркального блеска поверхности скобы. Поэтому доводку и полирование производят на разных, специально выделенных для доводки и полирования притирах. К плохим результатам приво-

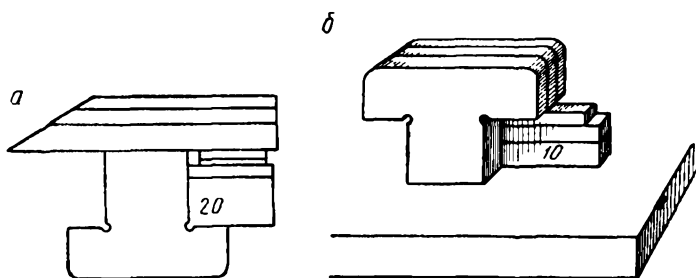
дит также добавление на поверхность притира в процессе доводки новой порции шлифовального порошка.

Измерение размеров скоб производят блоками концевых мер длины или на горизонтальном оптиметре с приспособлением для внутренних измерений.

5. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛИСТОВЫХ КАЛИБРОВ

Изготовление листовых калибров, главным образом проверяющих линейные размеры изделий, мало чем отличается от изготовления листовых скоб. Поэтому ограничимся только ссылкой на схему их технологического процесса (табл. 13) и некоторыми замечаниями о его особенностях.

Заготовки уступомеров, высотомеров и листовых неполных пробок вырезаются в виде прямоугольных пластинок (на 4—5 мм больше готовых калибров по габаритным размерам) правятся и шлифуются по широким граням на плоскошлифовальных станках.



Фиг. 93. Проверка уступомера.

Затем одну из заготовок размечают, а все заготовки укладывают в пачку и фрезеруют контур по рискам первой заготовки.

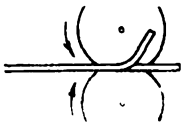
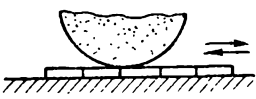
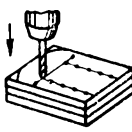
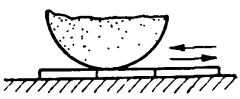
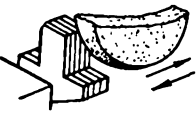
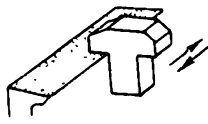
Перед фрезерованием во внутренних углах сверлятся отверстия диаметром 2,5—3 мм для выхода шлифовального круга и притира. Часто после фрезерования профиля производится прорезка углов шлицевой фрезой на станке или ручной ножовкой.

Если после термических операций не предполагается шлифование рабочего профиля калибров с целью уменьшения припуска под доводку, их опиливают в размер и передают в термическое отделение цеха.

После термических операций боковые плоскости калибров снова шлифуются, затем калибры спаивают в пакеты по 5—10 шт. и производят шлифование в окончательный размер, за исключением листовых неполных пробок, без припуска на доводку. Они шлифуются возможно точнее потому, что чем ближе прошлифованные размеры к окончательным размерам калибра, тем меньше времени занимает доводка.

Проверка рабочих размеров калибров типа уступомеров производится, как показано на фиг. 93, а и б, при помощи блока кон-

Схема технологического процесса листовых калибров

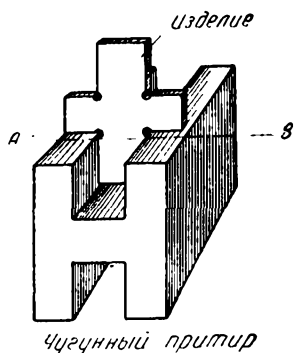
№ операции	Наименование операции	Эскиз	Припуск под последующую операцию в мм
1	Вырезка заготовки		4—5
2	Правка		0,5—1,0
3	Шлифование плоскостей		0,2—0,4
4	Разметка		—
5	Сверление		—
6	Фрезерование по контуру		—
7	Термическая обработка	—	—
8	Шлифование плоскостей		—
9	Шлифование рабочих размеров		—
10	Доводка		—

цевых мер и линейки на просвет или при помощи контрольной плиты и блока концевых мер на вхождение.

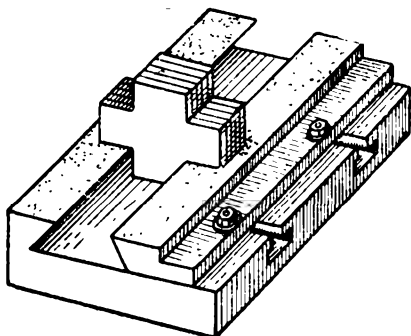
Если калибры не шлифовались по рабочим размерам и припуск на доводку очень велик, их подвергают ручному шлифованию абразивными брусками.

Доводку уступомеров и высотомеров производят на плоских чугунных притирах и притирочных плитах шаржированием сначала грубыми, а затем тонкими микрошлифпорошками и пастой ГОИ. По окончании доводки калибры разъединяются и на острых кромках абразивными брусками снимаются фаски.

У предельных высотомеров (фиг. 94) плоскости *A* и *B* должны быть расположены обязательно на одной высоте. Это достига-



Фиг. 94. Доводка высотомера.



Фиг. 95. Раздвижной притир.

ется доводкой калибров на специальных чугунных притирах с вырезом или регулируемых притирах (фиг. 95).

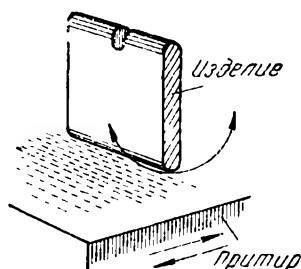
У листовых неполных калибров-пробок, применяемых для проверки диаметров отверстий и ширины пазов, рабочие поверхности выполняются по цилиндру, равному диаметру проверяемого отверстия. Иногда радиус цилиндрической поверхности бывает равным половине толщины калибра. Цилиндрические (овальные) поверхности таких калибров опиливаются напильником по специальному калибру. После закалки, при значительном припуске, их подвергают ручному шлифованию плоскими или квадратными абразивными брусками, доводят и полируют на плоских чугунных притирах (фиг. 96) при помощи продольных возвратно-поступательных перемещений с одновременным поворотом калибра вперед и назад по дуге.

Доводку и полирование овальных поверхностей производят лекальщики высокой квалификации.

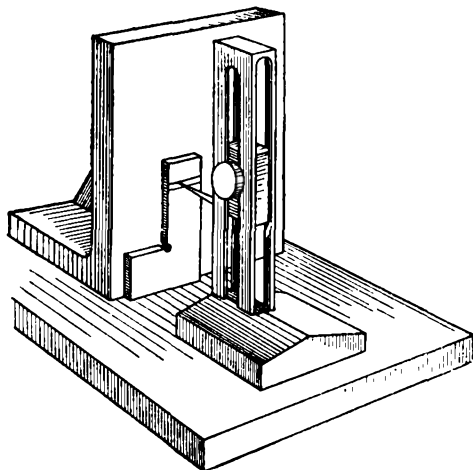
Проверка исполнительных размеров калибров, ограниченных овальными поверхностями, производится так же, как и проверка расстояний между плоскостями. При этом следят, чтобы овальная поверхность не выходила за пределы цилиндрической поверхности заданного радиуса, т. е. чтобы ее радиус в любом месте был

не больше радиуса, установленного чертежом. Радиусы проверяют специальными профильными калибрами.

Нанесение рисок на листовых калибрах производится пространственной разметкой при помощи принадлежностей к концевым мерам (см. фиг. 22, в). Для этой цели калибр прикрепляется струбчинками к угловой проверочной плите (фиг. 97) и его заплечик устанавливается по основанию плоской чертилки; основание должно быть притерто к произвольному, наиболее удобному для данного случая, блоку концевых мер. Затем к этому блоку притирается другой блок, равный расстоянию от заплечика калибра до первой риски. Все это устанавливается в струбчинке с основанием и наносится первая риска. После добавления еще одного блока концевых мер, равного расстоянию между рисками, де-



Фиг. 96. Доводка закруглений.



Фиг. 97. Нанесение рисок на листовых калибрах.

ляется вторая риска. Если поверхность калибра не закалена, риска наносится глубокой и широкой, чтобы рабочий мог ее хорошо видеть. Если поверхность калибров закалена, риску наносят на лаке и травят.

Подобным методом могут быть нанесены риски и на конических калибрах. В этом случае калибры устанавливаются своим торцом непосредственно на проверочную плиту и их поворачивают вокруг своей оси для образования кольцевой риски.

Описанный способ нанесения рисок применяется при высокой точности разметки; при меньшей точности риски наносят острыми ножками штангенциркуля или плоской чертилкой штангенрейсмаса.

6. БРАК В ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛИБРОВ И ЕГО ПРИЧИНЫ

Требования, предъявляемые к качеству изготавливаемых калибров, определяются техническими условиями. Технические условия устанавливают: необходимое качество материала калибра и

его термической обработки; требования, предъявляемые к правильности размеров и геометрических форм калибров; необходимое качество отделки поверхности калибров.

Как указывалось выше, размеры, погрешности геометрической формы, чистота поверхности, твердость рабочей части и качество металла калибров должны укладываться в определенные нормы. Наиболее существенные из этих требований указаны в начале настоящей главы. Калибры, не соответствующие этим требованиям, являются браком.

Какие же виды брака возникают в производстве калибров и каковы их причины?

Часто встречается брак из-за недостаточной или неравномерной твердости рабочей части калибра, продольных или поперечных трещин, расслоения материала, искажения формы при закалке, трещин в углах, эллиптичности, т. е. разницы в диаметрах калибра, измеренной при повертывании калибра на угол 90° , конусности, т. е. разницы в диаметрах калибра на длине его измерительной поверхности, непараллельности измерительных частей, недостаточной чистоты поверхности, следов предварительной обработки.

Недостаточная твердость может быть результатом перепутывания марок сталей в заготовительном отделении, низкой температуры закалки или обезуглероживания поверхности, т. е. выгорания углерода при нагреве, во время закалки. Недостаточная твердость из-за неправильной марки стали — брак окончательный.

Неравномерная твердость — результат частичного обезуглероживания поверхностей от неправильного нагрева или многочисленных перекалок, плохого качества металла и наличия неметаллических включений (шлака и т. д.), а иногда результат большой поводки и неудовлетворительной правки калибра. Большая поводка и неудовлетворительная правка приводят к оставлению обезуглероженного слоя на одной стороне изделия за счет снятия излишнего металла на другой стороне во время обработки.

У цементированных калибров эти дефекты приводят к снятию слоя цементации в некоторых местах рабочей части, в результате чего эти части остаются не закаленными.

Продольные трещины возникают, главным образом, на крупных массивных калибрах из углеродистой стали при быстром прогреве перед закалкой и неправильной выдержке, при плохом отжиге, а также наличии неметаллических включений.

Поперечные трещины образуются от глубоких круговых рисок на поверхности калибра или от резкого и неравномерного охлаждения калибра. Мелкие трещины, расположенные в различных направлениях, возникают при закалке в результате недоброкачества материала калибра или слишком больших режимов шлифования, недостаточного охлаждения при шлифовании и, наконец, шлифования шлифовальным кругом повышенной твердости.

Расслоение материала листовых калибров происходит из-за недоброкачества листового материала.

Искажения формы во время закалки калибров происходят от неправильного погружения их в закалочную жидкость (плашмя), неправильного выбора материала и конструктивных недостатков.

Трещины во внутренних углах калибров возникают при отсутствии галтелей (закруглений) во внутренних углах и резком охлаждении калибров при закалке.

Отклонения от геометрической формы калибров могут появиться по причине неисправности оборудования и применения неправильных приемов шлифования и доводки.

Работа на неисправных шлифовальных станках, неправильный выбор зернистости абразивно-доводочных материалов и недостаточный припуск на доводку приводят к отсутствию требуемой чистоты поверхности. Следы предварительного шлифования могут остаться при неисправности шлифовального станка, деформациях при закалке, недостаточных припусках под закалку и доводку.

Небрежность в работе и отсутствие чистоты на рабочем месте влекут за собой образование грубых рисок на доведенной поверхности. Риски появляются при использовании одних и тех же притиров для предварительной, чистовой доводки и полирования, а также засоренности притиров и шлифовальных порошков.

Внимательность и аккуратность — залог высокого качества продукции слесаря-лекальщика.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Какие стали применяются для изготовления калибров? Какие требования предъявляются к качеству калибра?
 2. Какова последовательность технологических операций при изготовлении калибров из инструментальной стали и из стали, подвергающейся цементации?
 3. Каков технологический процесс изготовления калибров-пробок полных и неполных?
 4. Как производится изготовление штихмасов и нутромеров?
 5. Как измеряются рабочие размеры калибров?
 6. Как производится изготовление калибров-скоб?
 7. Расскажите о технологическом процессе изготовления листовых калибров.
 8. Как осуществляется изготовление овальных поверхностей листовых калибров?
 9. Какие погрешности допускаются при изготовлении калибров?
 10. Какое значение имеет чистота рабочей поверхности калибра? Вспомните, как определяется степень чистоты этой поверхности.
 11. Какие виды брака встречаются при изготовлении калибров и каковы их причины?
-

ГЛАВА VIII

ПРОИЗВОДСТВО КОМПЛЕКСНЫХ И ПРОФИЛЬНЫХ КАЛИБРОВ

1. КОМПЛЕКСНЫЕ И ПРОФИЛЬНЫЕ КАЛИБРЫ

Комплексные и профильные калибры — самые распространенные разновидности калибров.

В недалеком прошлом большинство таких калибров называлось лекалами (отсюда слесарь-лекальщик). Теперь их называют комплексными и профильными калибрами.

Измерительный профиль такого калибра представляет собой обратное изображение профиля проверяемого изделия. Характерная особенность профильных и комплексных калибров и их отличие от собственно калибров, гладких калибров, состоит в том, что первыми проверяют весь профиль изделия по всем элементам одновременно, а собственно калибрами производят измерение, главным образом, отдельных геометрических элементов.

Классифицировать комплексные и профильные калибры очень трудно, но все же можно выделить между ними отдельные виды с общими признаками.

По ГОСТ эта подгруппа калибров разбивается на следующие виды: калибры шлицевые; калибры для пазов и шпонок; калибры для конусов и призм; калибры для перпендикулярности и параллельности; калибры для соосности и симметричности; калибры для межосевых расстояний и, наконец, калибры профильные.

Такие калибры выполняют самые различные функции контроля, проверяют правильность самых различных элементов и суммы элементов профиля изделий, а поэтому и конструкции их весьма разнообразны (табл. 14).

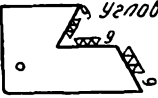
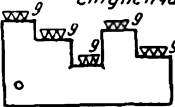
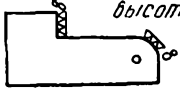
Среди них различают: калибры и контркалибры. Калибры служат для измерения изделий, контркалибры для измерения самих калибров. Различают калибры проверочные и разметочные.

В зависимости от того, предназначены ли калибры для проверки профилей, расположенных в одной плоскости или же в нескольких плоскостях, их называют профильными калибрами или комплексными (пространственными).

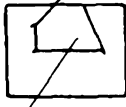
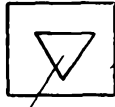
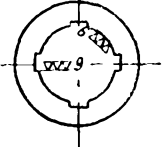
Комплексные калибры служат для контроля взаимного расположения и формы поверхностей изделий.

По виду проверяемой поверхности различают калибры: угловые, ступенчатые, для измерения дуг и углов, для проверки криволинейных поверхностей (эллипса, параболических кривых,

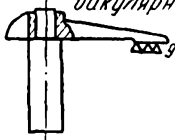
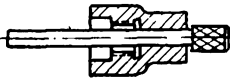
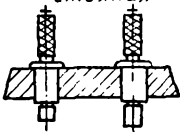
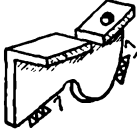
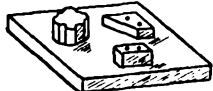
Профильные калибры открытого типа

 Угловые	 Ступенчатые	 Для скруглений
 Для скруглений и высот	 Для скруглений и углов	 Для проверки кривых
 Резьбовые	 Модульные	 Сложнопрофильные

Профильные охватывающие калибры

 полупрофи́мы вкладыш	 про́ймы вкладыш	 шлицевые
---	--	---

Комплексные (пространственные) калибры

 Для проверки перпендикулярности	 Для проверки параллельности	 На межцентровые расстояния
 На разметку контура	 На положение профиля	 Контрольный прибор

спиралей и т. д.), резьбовые, модульные, шлицевые и сложно-профильные калибры.

Профильные калибры также делят на открытые, полупрофильные (или калибры для проверки полузамкнутых профилей), проемы (или калибры с внутренним замкнутым измерительным контуром), вкладыши, или сердечники (калибры с наружным замкнутым измерительным контуром).

Комплексные и профильные калибры в большинстве случаев представляют собой нормальные калибры.

Иногда встречаются калибры с двумя рисками или вырезами, ограничивающими пределы расположения отдельных элементов профиля. Такие калибры уже обладают признаками, приближающими их к предельным калибрам.

При конструировании профильных и комплексных калибров также стремятся к соблюдению принципа подобия.

Особенность профильных калибров по сравнению с собственно предельными и нормальными калибрами состоит в том, что в большинстве случаев проверка первыми основана на принципе «световой щели», а не на принципе вхождения в изделие. Процесс проверки сводится к тому, что измерительный профиль калибра прикладывается к профилю измеряемой детали. В лучшем случае по всему совмещенному профилю изделия и калибра не должно быть просвечивания, либо равномерное просвечивание синего оттенка по всему профилю. При наличии в совмещенном профиле просветов о годности изделия судят по величине световой щели. При грубых допусках величина местных просветов и, следовательно, годность изделия может быть определена шупом, при более точных — на глаз. Оценка годности изделия на глаз делает профильный калибр менее совершенным инструментом, чем предельные калибры.

Профильные и комплексные калибры составляют основную массу специального измерительного инструмента, изготавливаемого в инструментальных цехах.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И МАТЕРИАЛ

К профильным и комплексным калибрам предъявляются такие же требования, как и к гладким калибрам.

Для изготовления профильных калибров рекомендуется применять листовую инструментальную сталь: У8А (ГОСТ 1435-42) и малоуглеродистую сталь 10—25 (ГОСТ 1050-52), состав которых дан в табл. 11.

Термически обрабатываемые комплексные калибры изготавливаются из легированных инструментальных сталей.

Почти все профильные калибры закалывают и отпускают до твердости 56—64 единиц Роквелла (шкала С). Закалке не подвергаются только некоторые разметочные калибры и калибры, рабочие поверхности которых в процессе проверки не соприкасаются с изделием.

Рабочие поверхности закаленных калибров в большинстве случаев доводятся и полируются. Степень чистоты измерительных поверхностей зависит от точности, заданной на их изготовление.

Точность калибров зависит от точности измеряемых изделий.

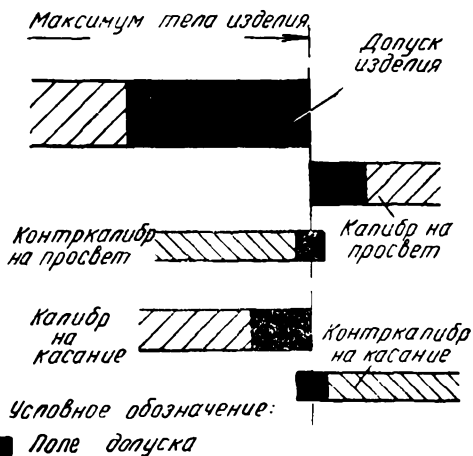
Государственного стандарта системы допусков на профильные листовые калибры нет, и допуски на них назначаются в зависимости от требований производства.

В настоящее время разработан проект ГОСТ на допуски для профильных калибров.

Согласно этому проекту все профильные калибры разделены на два вида: калибры, контролирующие на просвет, и калибры, контролирующие на касание.

Более распространен первый вид калибров. Эти калибры выполняются с профилем, обратным профилю изделия, и признаются годными, если зазор между профилем и калибром при проверке на глаз или щупом не превышает определенной величины.

Калибрами, работающими на касание, пользуются следующим образом: их накладывают на изделие и, совмещая профили, сравнивают при помощи лекальной линейки.



Фиг. 98. Схема расположения полей допусков профильных калибров.

На фиг. 98 приведена схема расположения допусков профильных калибров согласно проекту ГОСТ. Как видно из нее, в качестве номинальных размеров калибров применяются наибольшие размеры изделия, определенные на основе его номинальных размеров изделия, определенные на основе его номинальных размеров на просвет и калибров, работающих на касание, как и у всех прочих, направлены в тело калибра и, следовательно, их знаки (+ или —) противоположны для обоих типов калибров, даже и в том случае, если последние предназначаются для одного и того же изделия.

Для определения величин допусков в проекте ГОСТ имеются таблицы.

Величины этих допусков для линейных и угловых размеров приблизительно равны 10% допуска изделия, для радиусов 20—40% допуска.

Допуски на комплексные калибры устанавливаются по специ-

альным таблицам в зависимости от допуска на изделие. Существует 8 рядов точности комплексных калибров.

Допуски на шлицевые калибры, представляющие собой разновидность комплексных калибров, также устанавливаются по специальным таблицам проекта ГОСТ.

3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОФИЛЬНЫХ КАЛИБРОВ

Долгое время изготовление профильных калибров носило кустарно-ремесленный характер, при котором слесарь-лекальщик обрабатывал вручную весь калибр, начиная от отрезки или вырубки штучной заготовки и кончая последней отделочной операцией.

В настоящее время на наших заводах производство профильных калибров механизировано, и слесарь-лекальщик выполняет вручную только ту работу, которая не может быть выполнена на станках.

Однако на большинстве заводов механизированы, главным образом, работы по изготовлению калибров до закалки и в первую очередь удаление основной массы припуска заготовки. Для ручной обработки во многих случаях слесарю-лекальщику остается слесарная обработка профиля до закалки и окончательная обработка после нее.

Поэтому очень важно ознакомиться с технологическим процессом ручной обработки калибров, тем более, что применяемые при этом приемы составляют основу лекального мастерства.

Именно поэтому в настоящей главе будет рассмотрен только технологический процесс ручной обработки калибров.

Но и такой технологический процесс теперь уже не встречается как чисто ручной, многие его операции выполняются на механическом оборудовании.

Технологический процесс ручной обработки профильных калибров состоит из следующих операций.

1. Отрезки штучной заготовки с соответствующими припусками по длине, ширине и толщине. Эта операция производится на рычажных гильотинных или роликовых ножницах.

2. Правки заготовки на плите вручную или под прессом.

3. Обработки боковых (широких) плоскостей калибров для последующего соединения в пакет. Лучше всего производить эту операцию на магнитном столе плоскошлифовального станка с вертикальным шпинделем.

4. Обработки двух боковых ребер калибров под углом 90° для получения базовых граней, от которых ведется разметка всего профиля калибра и его обработка. В этой операции обе стороны зажатого в тисках пакета калибров фрезеруют на горизонтально-фрезерном станке одновременно цилиндрической и дисковой трехсторонней фрезами или на вертикально-фрезерном станке концевой фрезой за одну установку.

5. Разметки всего профиля (третьей и четвертой стороны).

6. Пайки калибров в пакет для дальнейшей обработки или соединение при помощи двух заклепок. В последнем случае предварительно сверлятся два отверстия в пакете, зажатом струбцинками. В настоящее время прибегают к склеиванию калибров жидким стеклом или карбинольным клеем.

7. Обработки профиля (третьей и четвертой стороны) по разметке. Обработка производится на вертикально-фрезерном станке или шепинге. Иногда, в зависимости от размеров и формы, производят опилование профиля на опилочном станке модели 761. Этот станок особенно удобен, когда необходимо образовать острые углы профиля или сделать узкие прямолинейные пропилы.

8. Ручного опилования профиля калибров драчевыми, личными, бархатными напильниками и надфилями с последующей разборкой пакета. Перед опилованием делаются узкие пропилы в местах сопряжения отдельных элементов профиля, образующих внутренние углы, необходимые для выхода обрабатывающего инструмента. Предпочитают производить опилование не в параллельных слесарных тисках на верстаке, а на опилочном станке модели 761 напильниками или шлифовальной шкуркой, наклеенной на стальную полосу.

9. Закалки, отпуска и искусственного старения или же цементации, закалки отпуска и старения.

10. Скрепления калибров в пакет.

11. Доводки профиля пакета калибров вручную на чугунных притирах, имеющих форму контркалибров. При сложном профиле калибров доводка производится по элементам профиля на притирах соответствующей формы.

12. Шлифования боковых плоскостей на плоскошлифовальном станке или зачистке их на притирочном диске доводочной бабки.

13. Разборки пакета, притупления и сглаживания острых кромок вручную мелкозернистыми шлифовальными брусками.

14. Декорирования с целью придания красивого вида и предохранения от ржавления: воронения, окраски лаком, нанесения узоров. Воронение придает изделию черный цвет и производится путем нагрева изделий в растворе каустической соды до температуры 140°.

15. Маркирования надписей на одной из боковых сторон калибра при помощи гравировального станка (путем травления) или электрографом.

В дальнейшем будут рассмотрены особенности и практические указания по отдельным операциям изготовления профильных калибров.

4. ЗАГОТОВКА ПРОФИЛЬНЫХ КАЛИБРОВ

Заготовки для плоских профильных калибров вырезают из листовой стали, толщина которой несколько больше, чем толщина готового калибра.

Обычно толщина заготовки берется на 0,5—1 мм больше толщины готового калибра для размеров до 200 мм и на 1—2 мм больше для размеров свыше 200 мм. Меньшая величина припуска берется в тех случаях, когда плоскости шлифуются один раз, большая величина — если калибр подвергается плоскому шлифованию, как до, так и после закалки.

Некоторые типы калибров, например разметочные калибры больших размеров, не шлифуют, и их плоскости либо закрашиваются, либо обдуваются пескоструйным аппаратом. Для таких калибров толщина заготовки равна толщине готового изделия.

Припуски на фрезерование профильных калибров из листовой стали даны в табл. 15.

Таблица 15

Припуски на фрезерование профильных калибров из листовой стали

Длина заготовки в мм	Припуск на сторону в мм	
	наименьший	наибольший
0—50	1	2
50—100	1,5	2,5
100—150	2	3
150—200	3	4
200—250	4	5
Свыше 250	5	7

Заготовки для комплексных и профильных калибров из полового, круглого или профильного проката обрабатываются со всех сторон на фрезерных, строгальных или токарных станках. Заготовки берутся с припусками, указанными в табл. 16.

Таблица 16

Припуски на заготовки из проката

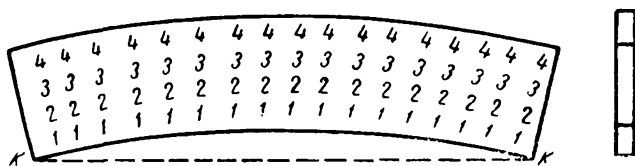
Диаметр или размер заготовки в мм	Припуск в мм			
	на сторону или на радиус по профилю		на длину	
	наименьший	наибольший	наименьший	наибольший
5—15	0,75	1,25	2	2,5
15—30	1,25	2	2,5	3
30—50	2	2,5	3	3,5
50—70	2,5	3	3,5	4
70—100	2,75	4	4	5

Правку заготовок, как правило, производят ручным прессом, а не ударами молотка, так как могут появиться трещины, коробление при закалке и глубокие забоины, следы которых остаются после снятия припуска и приводят к браку.

Чаще всего слесари-лекальщики имеют дело только с ручной правкой, поэтому ниже будут рассмотрены приемы, связанные исключительно с ручным способом правки.

Правка мелкосортного круглого и полосового железа чрезвычайно проста и производится путем нанесения ударов тяжелым молотком по вогнутым местам прутка, положенного на железную плиту.

Для профилей средних размеров более удобной оказывается правка при помощи винтового пресса или правильной скобы. Правке предшествует отыскание мест выгиба прутка и разметка этих мест мелом. Размеченный таким образом пруток вкладывается в призмы винтового пресса выпуклостью кверху и враще-



Фиг. 99. Правка полосового материала. Цифры показывают очередность ударов.

нием винта прогибается в обратную сторону. Правка считается законченной, когда образующие цилиндра или грани прутка при вращении на правильной плите во всех направлениях не дают просветов, выходящих за пределы допустимых.

Правка тонкой полосы, изогнутой по кромке (фиг. 99), значительно труднее. Правкой под прессом или в правильной скобе не всегда удастся достигнуть желаемых результатов, а поэтому в этом случае прибегают к правке полосы на железной плите.

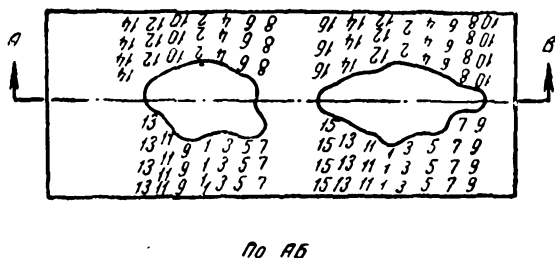
Полосу кладут на одну из плоскостей и, прижимая ее левой рукой к плите, ударяют по ней рихтовальным молотком, начиная от нижней кромки *КК*, в порядке, указанном на фиг. 99. С приближением к верхней кромке сила ударов ослабляется, в результате чего под действием ударов нижняя кромка вытягивается больше, чем верхняя, и кривизна полосы уменьшается. Правка продолжается до тех пор, пока верхняя и нижняя кромки, поставленные на плиту, не лягут на нее всей длиной без просвета.

В практике встречаются неровности листового материала, расположенные в средней части листа и по краям.

В первом случае (фиг. 100) правку ведут таким образом, чтобы края листа растягивались. Для этой цели на чистую поверхность правильной плиты кладут выправляемый лист выпуклостью кверху. Выпуклые места для облегчения работы обводят мелом и начинают правку от края листа последовательными

ударами молотка. Затем лист поворачивают другим краем к себе и производят аналогичные удары молотка.

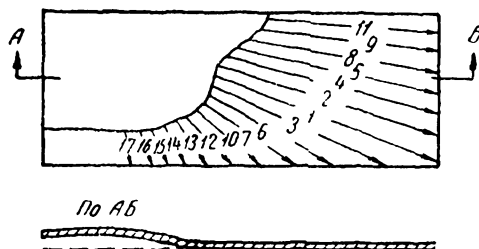
Таким образом, наносят второй, третий и последующие ряды ударов, до тех пор, пока удары не пройдут вдоль всей ширины выпуклости. Удары должны быть частыми, но не сильными. Ни



Фиг. 100. Правка листа с неровностями в середине.

в коем случае нельзя ударять по выпуклостям, так как от этого размеры их будут увеличиваться.

В процессе правки постепенно силу ударов ослабляют, а частоту их увеличивают. В результате правки лист все же имеет волнистую поверхность в виде жолоба. Необходимо его перевернуть выпуклостью кверху и легкими ударами молотка восстановить прямолинейность.



Фиг. 101. Правка с неровностями по краям.

Нужно следить за действием каждого удара: улучшается ли поверхность листа, не остаются ли глубокие забоины, которые нельзя вывести при последующей обработке. Забоины на поверхности листа возникают в том случае, если молоток слабо удерживается в руке.

5. МЕЖОПЕРАЦИОННЫЕ ПРИПУСКИ

Правильный выбор межоперационных припусков при изготовлении профильных калибров оказывает непосредственное влияние на экономичность технологического процесса и качество продукции. Малые припуски приводят к тому, что на поверхности из-

делия остаются следы предшествующей обработки, т. е. к браку, а на удаление больших припусков требуется излишняя затрата труда. Поэтому и стахановцы-лекальщики и передовые технологи, борющиеся за совершенный и экономичный технологический процесс производства профильных калибров, стремятся оставлять на последующую обработку наименьшие припуски.

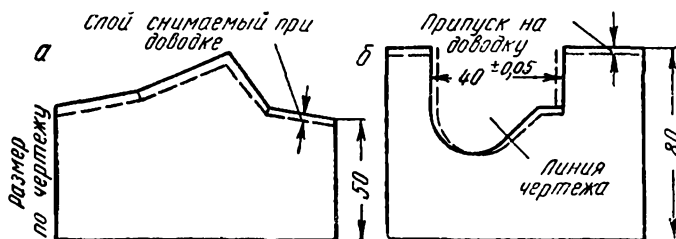
На величину припуска влияют размеры и конструкция изделия, условия термической обработки, материала, качество предыдущей и последующей механической обработки. Поэтому рекомендуемые ниже припуски являются приблизительными и даны с некоторым запасом. В табл. 17 рекомендованы припуски на шлифование плоскостей после чистового фрезерования.

Припуски на шлифование плоскостей

Таблица 17

Длина плоскости в мм	Ширина в мм		
	до 100	от 100 до 200	свыше 200
	припуски на одну сторону под шлифование плоскости в мм		
До 100	0,20	—	—
100—250	0,25	0,30	—
250—500	0,30	0,30	0,35
Свыше 500	0,35	0,35	0,40

Для тонких и длинных изделий, подверженных короблению при закалке, эти припуски должны быть увеличены на 50 %.



Фиг. 102. Расположение припусков на доводку.

Припуски на шлифование сложных профилей закаливаемых профильных калибров берутся в следующих пределах:

Длины профиля в мм	до 100	100—25	250—500
Припуск на сторону мм	0,5—1	1—1,5	1,5—2,5

Если изделие не шлифуют после закалки, то припуск на доводку берется от 0,03 до 0,08 мм.

Припуски на доводку калибров с неглубоким и не имеющим охватывающих и охватываемых размеров профилем (фиг. 102, а)

могут не оставляться, так как окончательную обработку выгоднее производить за счет свободных размеров калибра, без опасения испортить изделие. На этой фигуре показан калибр, для доводки которого не требуется специального припуска.

На фиг. 102, б показан калибр с профилем другого характера. Размер $40 \pm 0,05$ — охватываемый размер и поэтому на него должен быть оставлен припуск в минус.

Припуск на слесарную обработку профиля до закалки берут обычно в пределах 0,15—0,3 мм.

6. РАЗМЕТКА ПРОФИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРОВ

Разметка — одна из ответственных операций в лекальном деле, требующая большого внимания и аккуратности, так как от ее качества зависит правильность дальнейшей обработки. Неправильная разметка ведет к браку изделия. Как правило, качество произведенной слесарем-лекальщиком разметки не проверяется, а потому все ошибки выявляются только во время последующей обработки или после нее, когда уже исправить ошибки бывает невозможно. Поэтому лекальная разметка требует высокой точности, внимательности и аккуратности.

Лекальщики пользуются разметкой для указания границ обработки, проверки правильности поданных заготовок или установки изделия на станке, а также для нанесения измерительных рисок и шкал на инструменте.

Лекальную разметку можно разделить на плоскостную и пространственную. Плоскостную разметку применяют для разметки плоских изделий, изготавливаемых из листового материала. В этом случае ограничиваются нанесением рисок только на одной плоскости калибра. Приемы плоскостной разметки напоминают приемы обычного технического черчения, а инструмент для плоскостной разметки — чертежный инструмент.

Пространственная разметка по своим приемам существенно отличается от обычного черчения и плоскостной разметки. При этой разметке размечают отдельные поверхности изделия, расположенные в различных плоскостях и под различными углами, увязывая разметку плоскостей и углов друг с другом при помощи одной вспомогательной плоскости — разметочной плиты.

Ниже излагаются только некоторые приемы, характерные для лекальной разметки, находящей применение в производстве профильных и комплексных калибров.

Лекальную разметку производят обычными приемами плоскостной и пространственной разметки, но тщательно готовят для нее поверхность изделия и пользуются более точными, нежели при обычной разметке, измерительными и разметочными инструментами.

Самым распространенным инструментом для точной разметки является штангенрейсмас (фиг. 103), позволяющий точно устанавливать острие чертилки на заданный размер по блокам концевых

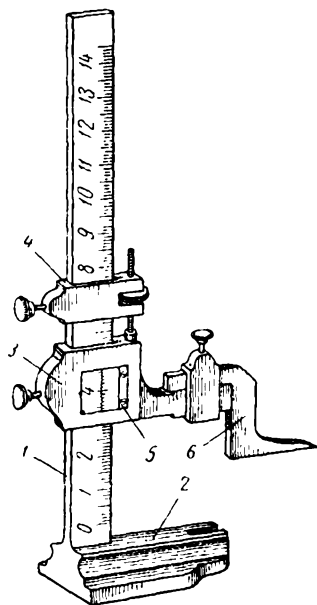
вых мер. Штангенрейсмас представляет собой жесткую масштабную линейку (штангу) 1 с массивным основанием 2; на ней перемещается рамка 3 и хомутик 4 с микрометрической подачей, закрепляемые винтами в нужном положении. В рамке укреплен нониус 5. На ножке крепится сменная ножка — чертилка 6. При совпадении нулевого деления штанги и нониуса основание 2 и нижняя плоскость сменной ножки 6 находятся на одном уровне. Это позволяет производить все отсчеты по штангенрейсмасу от плоскости разметочной плиты.

Для лекальной разметки широко применяют концевые меры длины. Используя их, добиваются очень высокой точности нанесения рисок, так как с их помощью можно получить блоки любого размера с точностью 0,001 мм. Меры вставляются в специальную подставку (см. фиг. 22 и 96) и ими пользуются, как штангенрейсмасом, применяя плоскую чертилку. Можно пользоваться концевыми мерами для разметки и без применения этой подставки; в таких случаях подкладывают под плоскую чертилку нужный набор концевых мер.

Для вычерчивания углов при лекальной разметке применяют универсальные угломеры, оптические угломеры или наборы угловых мер.

Для нанесения окружностей пользуются штангенциркулем с острыми ножками или парой плоских чертилок, между которыми помещается блок концевых мер соответствующего размера, зажимаемый специальной струбциной.

На фиг. 104 приведен пример разметки изделия с обычной точностью, часто встречающейся в практике слесаря-лекальщика при изготовлении комплексных калибров. В данном случае требуется разметить специальный двухшпоночный комплексный калибр под фрезерование. Калибр укрепляют в призматической подкладке и находят центр изделия. Для этой цели устанавливают чертилку рейсмаса примерно на высоте $\frac{2}{3}$ диаметра валика и проводят горизонтальную риску. Ослабив зажим, удерживающий калибр, поворачивают изделие по угольнику на 90° и, закрепив его, проводят с этой же настройки рейсмаса вторую риску. Повторяя этот прием, наносят на торце калибра четыре риски, образующие квадрат. Если соединить углы этого квадрата линиями,



Фиг. 103. Штангенрейсмас:
1 — штанга; 2 — основание; 3 — рамка;
4 — хомут; 5 — нониус; 6 — чер-
тилка

В случае, изображенном на фиг. 105, требуется точно разметить профильный калибр. На заготовке, предварительно окрашенной раствором медного купороса, укрепляют струбцинками 2 разметочный угольник 3 и по его кромке наносят плоской чертилкой риски *aa* и *ad*. Затем к кромке угольника 3 прикладывают блок концевых мер 4, равный 30 мм, и плоскую чертилку. Перемещая ее по кромке угольника вместе с блоком, получают риску *bb*. Таким же образом при помощи чертилки и блоков концевых мер 45, 70 и 80 мм проводят остальные параллельные риски.

Приложив к другой полке угольника блоки, равные 25, 45, 105, 165 и 185 мм, наносят перпендикулярные риски. Риска *ad*, ограничивающая длину калибра, может быть нанесена обычным способом. Полуокружность радиуса 45 мм размечают из центра *O* штангенциркулем, установленным точно на размер.

По окончании разметки неглубоко накернивают риски, по которым и обрабатывается контур калибра.

Лекальная разметка весьма трудоемкий процесс, поэтому необходимо стремиться к сокращению потерь рабочего времени, которые неизбежно возникают при неумелой работе и неправильной организации рабочего места разметчика.

Разметчики-стахановцы добиваются значительной экономии времени путем широкого внедрения шаблонной, пооперационной разметки, применения специальных приспособлений (рейсмаса с несколькими чертилками и т. п.) и правильной организации рабочего места.

Чистота и порядок — основные условия организации рабочего места при разметке. Грязь портит разметочные плиты, приспособления, инструмент, снижает точность разметочных работ.

7. ОСНОВЫ ТОЧНОГО ПРОФИЛЕОБРАЗОВАНИЯ НЕЗАКАЛЕННЫХ КАЛИБРОВ

После предварительной механической обработки профильные калибры попадают к слесарю-лекальщику.

Незакаленные калибры направляются для выполнения слесарно-лекальных работ в трех случаях:

1) если калибры не подвергаются последующей закалке и слесарная обработка должна обеспечить получение окончательных размеров их профиля;

2) если калибры подлежат закалке и слесарная обработка служит для образования минимальных припусков на доводку;

3) если при механической обработке не удается выполнить отдельные элементы профиля с точностью, гарантирующей экономичность процесса последующего шлифования.

Особенно тщательно выполняются слесарные операции в том случае, когда они служат для окончательного образования профиля и в том случае, если после термической обработки профиль калибра не подвергается шлифованию и идет непосредственно на доводку профиля.

Известны четыре метода контроля правильности выполнения элементов профиля калибров:

1) метод теневого изображения, когда увеличенное теневое изображение профиля рассматривается на экране или под микроскопом;

2) метод непосредственного измерения отклонений элементов профиля универсальными измерительными средствами;

3) метод определения величины световой щели между изделием и инструментом второго порядка, применяемым при контроле профиля, т. е. контроль на просвет, иначе называемый контактным методом;

4) метод блестящего следа. Этот метод состоит в том, что для сравнения двух размеров изделия или размера изделия и размера инструмента второго порядка последние устанавливаются на контрольной плите и по их верхним плоскостям проводят лекальной линейкой. На более высокой плоскости останется светлая полоса, на более низкой ее видно не будет. Используя этот метод, можно с высокой точностью убедиться в точности того или иного прямолинейного участка калибра.

Наиболее совершенным из этих методов является метод теневого изображения и непосредственных измерений элементов профиля, наиболее распространенным — метод световой щели.

Слесарная обработка профиля калибра при контроле его по методу световой щели требует обязательного наличия контрольного калибра для оценки правильности профиля калибра в целом. Как известно, профиль контрольного калибра представляет собой профиль, обратный проверяемому профилю калибра.

Тем не менее пригонка профиля калибра к профилю контркалибра не может быть осуществлена сразу по всем их элементам. Прилегание профилей достигается последовательной пригонкой каждого из элементов калибра в отдельности, и до полной готовности всего профиля он не может быть проверен контрольным калибром, так как необработанные поверхности изделия не дадут полного прилегания контркалибра.

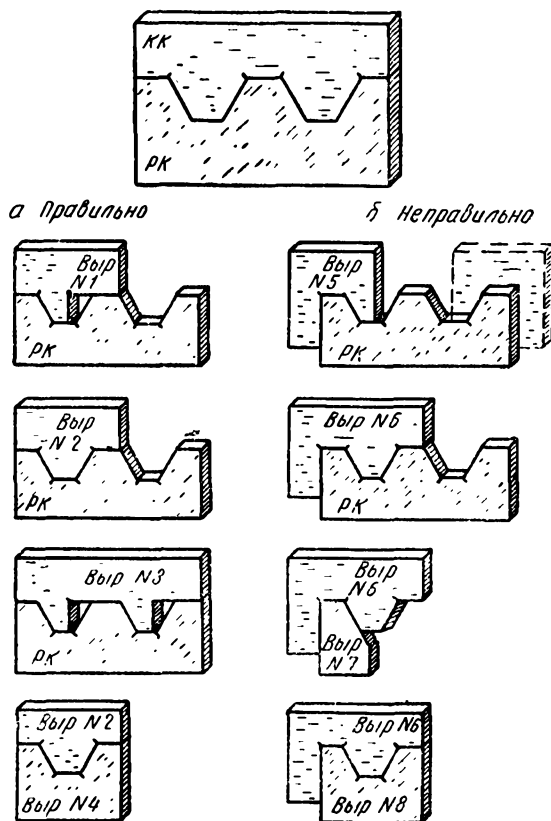
Также нельзя пользоваться контркалибром и в тех случаях, когда по профилю калибра оставляются припуски на шлифование и доводку. Проверка во всех этих случаях может быть осуществлена только при помощи выработок.

Выработками называют вспомогательные калибры, изготавлиемые для контроля отдельных элементов профиля в процессе их обработки. Конструкция выработок должна соответствовать принятому порядку обработки элементов профиля, т. е. за базы для последующих измерений принимаются уже обработанные поверхности калибра.

Все выработки, необходимые для изготовления данного инструмента, конструируются от одной базы. База выбирается таким образом, чтобы одни и те же выработки оказались пригодными для изготовления изделия под закалку и для последующей обработки.

Если это не удастся сделать, то для обработки калибра под за-
калку размеры выработок должны быть построены с учетом
оставления необходимых припусков.

При конструировании и изготовлении выработок стремятся к
простоте их конструкции, к тому, чтобы профиль их не состоял
более чем из 1—2 элементов, так как в противном случае снова



Фиг. 106. Система выработок для угловых калибров.

потребуется дополнительные выработки, изготовление которых
повысит стоимость калибра.

Измерение рабочих размеров выработок должно осуществлять-
ся универсальными измерительными инструментами.

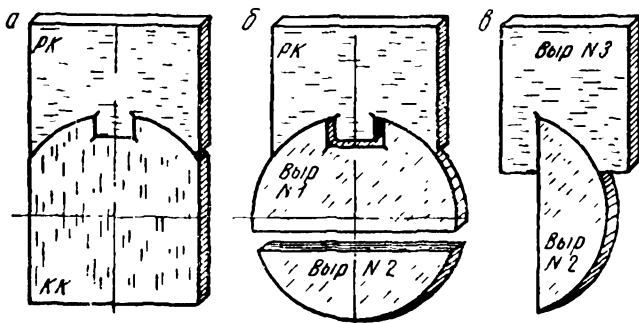
Допуски на изготовление выработок принимаются равными
допускам контрольных калибров.

На фиг. 106 дана схема назначения выработок для углового
профильного калибра. Изображенные на этой фигуре рабочий ка-
либр РК и контркалибр КК могут быть изготовлены при помощи
четырёх выработок.

Выработка № 1 (фиг. 106, а) служит для выполнения угла наклона всех четырех наклонных граней калибра и контркалибра, а также глубины всех впадин и выступов. Выработка № 2 позволяет получить точное расстояние между наклонными гранями впадин.

Выработка № 3 дает возможность выдержать точную величину шага между впадинами и выступами контркалибра. И, наконец, выработка № 4 служит для изготовления выступов контркалибра и для спаривания размера калибра с размером контркалибра.

На фиг. 106, б изображен пример неудачно спроектированной системы выработок. Ее недостатки состоят в том, что принятые для проверки базы представляют собой дополнительные (техно-



Фиг. 107. Система выработок для шпоночных профильных калибров.

логические) базы, требующие обработки боковых сторон калибра, что не нужно по условиям его эксплуатации. Кроме того, такие выработки не позволяют использовать их для окончательной обработки профиля калибра после закалки, тогда как размеры выработок, указанных на фиг. 106, а, не зависят от припуска на размеры калибра.

Обработка под закалку изображенного на фиг. 107, а комплекта калибров для контроля размеров и положения шпоночной канавки требует изготовления трех выработок. Выработка № 1 (фиг. 107, б) служит для пригонки двух участков окружности радиуса R и позволяет выдержать размер радиуса и расположение обоих участков в одной цилиндрической поверхности. Выработка № 2, изготовленная из одного и того же диска, что и выработка № 1, служит для пригонки боковых граней выступа калибра и обеспечивает их положение на расстоянии $\frac{a}{2}$ от центра окружности. Выработка № 2 также используется и для изготовления выработки № 3 (фиг. 107, в), необходимой при получении размеров контркалибра.

Изложенное ясно показывает значение выработок, как инструмента второго порядка, гарантирующего размеры, взаимное

расположение элементов калибров и увязку их размеров с размерами контркалибров.

Изготовление профильных калибров требует применения особых приемов работы, обеспечивающих высокую точность обработки. Точность обработки профиля калибров достигается припасовкой изготавливаемых профилей к контркалибрам и применением метода кантовки для получения симметричности элементов.

Припасовка состоит в пригонке профиля калибров с максимальной точностью до прилегания всех элементов профиля комплекта друг к другу. Качество припасовки комплекта калибров контролируется на просвет, для чего калибр и контркалибр располагаются в одной плоскости на куске оконного стекла, чтобы величина просвета не искажалась от неправильного взаимного расположения комплекта.

Точное совпадение профиля калибра с контркалибром необходимо, так как износ калибра проверяется также на просвет и так как к ранее изготовленному контркалибру припасовываются и вновь изготавливаемые партии калибров с целью сохранения единства размеров всех калибров, находящихся в эксплуатации.

Симметричное расположение элементов профиля калибров достигается применением кантовки, основанной на принципе симметричного удвоения ошибок.

Оказывается, что если припасовку калибра к контркалибру произвести без просвета, с точным выполнением размеров профиля, то при повороте одного из них на 180° между отдельными элементами профиля может оказаться значительный просвет. Просвет становится видным потому, что при кантовке (повороте калибра и контркалибра на 180°) отклонения от теоретического профиля, допущенные во время припасовки комплекта калибров, удваиваются, т. е. действует принцип симметричного удвоения ошибок.

Поэтому при изготовлении комплекта калибров с симметрично расположенным профилем калибр с контркалибром периодически кантуют, добиваясь симметричности профиля за счет уменьшения просветов. Кантовку производят до тех пор, пока калибр и контркалибр при поворотах на 180° окажутся пригнанными без просвета.

При совместной припасовке комплекта калибров с симметрично расположенным профилем оказывается очень важным порядок обработки отдельных сторон профиля комплекта.

В результате многолетней практики слесарем-лекальщиком А. М. Чугуновым был установлен следующий, значительно сокращающий время на обработку калибра и контркалибра, метод припасовки:

1) подгонка первой стороны калибра по первой стороне контркалибра;

2) подгонка второй стороны калибра по первой стороне контркалибра;

3) подгонка первой стороны контркалибра к первой стороне калибра;

4) подгонка второй стороны контркалибра по первой стороне калибра.

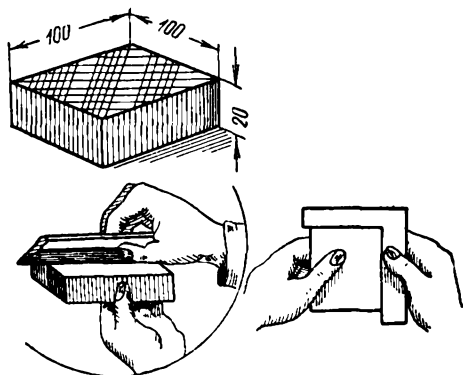
Для сохранения порядка обработки на сторонах профиля делаются пометки, также отмечаются цветным карандашом и места, которые следует подвергнуть обработке.

8. СЛЕСАРНАЯ ОБРАБОТКА ПРОФИЛЯ НЕЗАКАЛЕННЫХ КАЛИБРОВ

Обработка элементов профиля незакаленных калибров во всех случаях производится слесарями-лекальщиками, главным образом, опиливанием этих элементов напильниками и надфилями вручную.

Рассмотрим некоторые наиболее важные приемы опиливания и в частности образование точных параллельных и взаимно перпендикулярных плоскостей, образующих двугранные углы, и дуговых участков профиля в порядке возрастания сложности обработки.

Приемы опиливания параллельных и перпендикулярных плоскостей



Фиг. 108. Опиливание плоскостей.

станут ясными на элементарном примере опиливания сторон прямоугольной плитки (фиг. 108), которая может рассматриваться, как пакет калибров.

Опиливание ведут начиная с самой широкой и длинной плоскости, принимаемой за основную базу для измерения и построения от нее остальных плоскостей изделия.

Перед опиливанием изделие укрепляют в тисках так, чтобы обрабатываемая поверхность была горизонтальной и выступала на высоту от 5 до 8 мм над верхним срезом губок слесарных тисков. Работа ведется перекрестным штрихом, обеспечивающим более быструю и точную обработку, с захватом за один ход напильника плоскости, равной двойной или тройной ширине напильника.

Проверку правильности плоскости производят лекальной линейкой, накладывая ее, как это показано на фиг. 108, вдоль, поперек и по диагоналям плоскости, добиваясь получения незначительных и равномерных просветов при всех положениях линейки.

Опиливание вначале ведется драчевыми, а затем и личными напильниками.

Далее переходят к опиливанию второй, параллельной первой, широкой плоскости и правильность ее проверяют этим же способом.

Параллельность плоскостей контролируется измерением расстояния между ними штангенциркулем или при значительной точности микрометром. После этого обрабатывают одну из узких плоскостей (ребро) под линейку и угольник от первой широкой плоскости начисто. Затем обрабатываются остальные плоскости с проверкой их параллельности и перпендикулярности этой же широкой плоскости и первому, обработанному вначале ребру. Остальные плоскости могут уже обрабатываться или все сразу драчевыми, а затем личными напильниками, или каждая из них драчевым, а затем личным напильником.

Нужно запомнить, что проверку перпендикулярности и параллельности всех граней следует производить только от одной широкой (базовой) плоскости и первого обработанного ребра.

Имея уже окончательно обработанные плоскости, нельзя закреплять изделие стальными губками тисков: необходимо пользоваться медными или свинцовыми губками, а также прокладками для предохранения изделия от повреждений на его поверхностях.

Кроме описанного способа контроля изделия на просвет по линейке, при обработке плоскостей пользуются также способом проверки «на краску», т. е. по расположению и количеству пятен, оставшихся на плоскости изделия после притирки ее к окрашенной плоскости проверочной плиты.

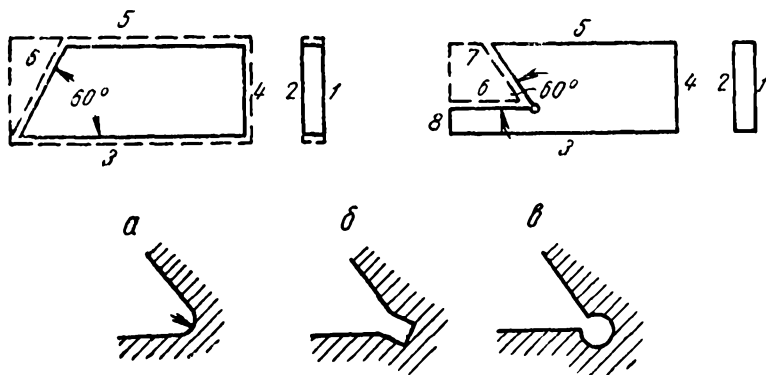
Чаще всего вместо слесарной обработки плоскостей прибегают к более производительному шлифованию на плоскошлифовальных станках. Широкие плоскости тонких листовых изделий, как правило, обрабатываются только на плоскошлифовальных станках.

Для опиливания ребер изделия соединяются (склепываются) в пакеты от 3 до 10 шт. в каждом. Приемы опиливания такого пакета ничем не отличаются от приемов обработки плитки с широкими ребрами.

При обработке плоскостей, образующих двугранные углы неравные 90° (фиг. 109), их проверяют угломерами или наборами угловых мер. Грани изделия, изображенного слева на фиг. 109, образуют наружный угол, а расположенного справа — внутренний угол. У первого изделия точно обрабатываются ребра 3 и 6, у второго 6 и 7.

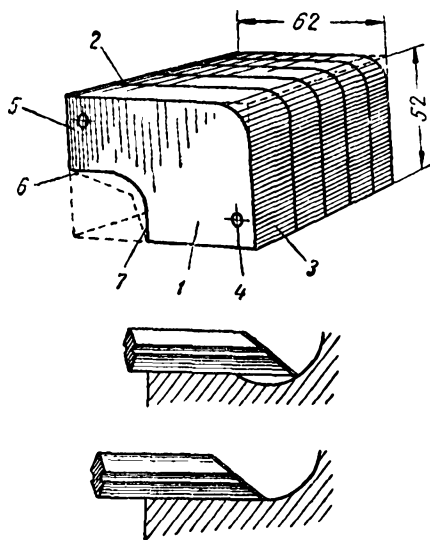
Если широкие плоскости нельзя шлифовать на плоскошлифовальном станке, их опиляют последовательно драчевыми и личными напильниками. После этого начерно обрабатываются ребра 3, служащие базами для разметки и дальнейшей обработки, а затем, пользуясь угольником, лекальной линейкой и штангенциркулем, предварительно опиляют и ребра 4, 5 и 8.

Далее размечают на широкой плоскости 1 углы 60° , отступив от рисок на 1—2 мм, вырезают их на станке или ножовкой, и опи-ливают ребра предварительно. Обработка граней 6 и 7 произво-



Фиг. 109. Опиливание углов.

дится трехгранным напильником. Дальнейший порядок обра-ботки следующий: опиливается начисто поверхность 3, затем по-верхность 6 и 7 с проверкой угла 60° . При чистовом опи-ливании пользуются трех-гранным и полукруглым лич-ными напильниками. Для об-работки каждой поверхности изделие закрепляется в ти-сках так, чтобы обрабаты-ваемая поверхность была гори-зонтальной.



Фиг. 110. Опиливание дуговых участ-ков.

Для проверки изделие и инструмент помещают на стекло так, чтобы они распо-ложились в одной плоскости и просвет между ними не ис-кажался от неправильного их расположения.

При обработке внутрен-него угла очень трудно получить острие и прави-льную плоскость вблизи него. Обычно в этом месте полу-чается закругление (фиг.

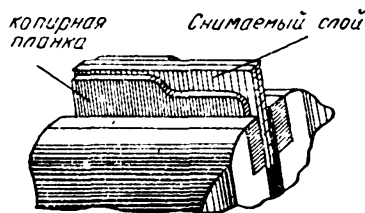
109, а). Чтобы этого избежать необходимо в месте соединения плоскостей сделать ножовочную прорезь (фиг. 109, б) или после разметки просверлить маленькое отверстие (фиг. 109, в). Эту про-

резь в лекальном деле называют подрезкой угла. Если по условиям работы калибра подрезку сделать нельзя, стараются максимально уменьшить закругление при помощи полукруглого ножовочного и ромбического напильника небольших размеров или же надфиля.

Ручную обработку цилиндрических поверхностей рассмотрим на примере обработки пакета профильных калибров (фиг. 110), применяемых для проверки радиусов внутренних и наружных дуговых участков профилей. Рабочими поверхностями этих калибров считаются поверхности 2, 3, 6 и 7.

У листовых прямоугольных заготовок 62×52 мм шлифуют плоскости 1 и склепывают их в пакет, состоящий из пяти калибров. После этого грубо и затем точно опиливают поверхность 2, затем опиливают параллельную ей плоскость 4. Под угольник от поверхности 2, с соблюдением размера 62, обрабатываются плоскости 3 и 5.

Далее размечаются наружные и внутренние дуги окружностей и положение плоскостей 6 и 7 на поверхности 1 при помощи чертилки, циркуля, штангенциркуля и линейки. После удаления излишков металла, показанных на фигуре пунктиром, не доходя 1—2 мм до разметочной риски, опиливают по вогнутому радиусному калибру и угольнику поверхность 3 и наружную дугу.

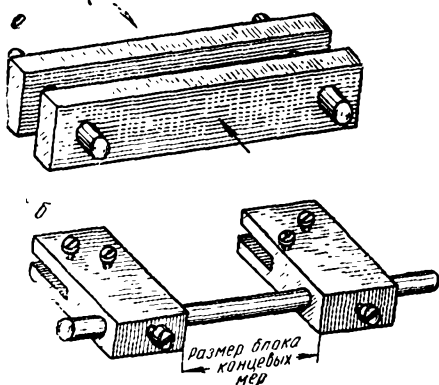


Фиг. 111. Опиливание по копиру.

После предварительного опиливания обрабатывают начисто поверхность 3 плоским личным напильником под угольник к поверхности 2; этим же напильником обкатывают дугу окружности по разметочной риске, двигая напильник параллельно плоскости 1, проверяя ее точность профильным калибром. Опиллив наружную дугу, переходят к обработке поверхностей 6 и 7 и образованию внутренней дуги окружности. Грубо сняв драчевым напильником излишки металла, обрабатывают полукруглым напильником дугу по риске и на просвет по калибру. Затем переходят к обработке плоскостей 6 и 7 параллельно ребрам 2 и 3 плоскими напильниками, проверяя правильность сопряжения дуговых участков и плоскостей лекальной линейкой, как показано на фиг. 110, и калибром.

Часто лекальщики прибегают к более рациональному способу опиливания — опиливанию по копиру. Этот способ применяется тогда, когда изготавливается большое количество одинаковых калибров. Также этим способом пользуются, если требуется срочно изготовить калибр, а в распоряжении слесаря имеется такой же старый калибр, который можно использовать как копир.

В этом случае изделие зажимают вместе с копиром в тиски (фиг. 111) и выступающие над копиром части опиливают до тех пор, пока напильник не начнет скользить по плоскости копира.



Фиг. 112. Рамки для опиливания калибров:

а — для пропиловки плоскостей; *б* — для пропиловки пазов.

Для опиливания труднозажимаемых в тисках мелких и тонких изделий применяют копирные приспособления, охватывающие деталь с обеих сторон. По копиру опиливают не только фасонные поверхности, но и плоскости. Для этой цели изготовляют специальные слесарные рамки, иногда называемые наметками (фиг. 112), внутри которых укрепляют деталь, а плоскими шлифованными гранями этих рамок направляют работу напильника и ограничивают размер изделия.

Работа по копиру требует меньшей квалификации слесаря, ускоряет работу, предохраняет от возникновения брака, но обладает существенным недостатком: напильник, скользя по закаленной плоскости копира, быстро тупится и выходит из строя.

9. ПРИПАСОВКА ПРОФИЛЯ КАЛИБРОВ

Уже известно, что при изготовлении профильных калибров часто приходится точно пригонять калибр к контркалибру так, чтобы профиль одного был полностью противоположен профилю другого и в местах соприкосновения этих профилей не было просвета. Такая пригонка, как указывалось, называется спариванием или припасовкой.

На фиг. 113 изображены припасованные друг к другу калибр и контркалибр. От них требуется наличие точной полуокружности с радиусом 16 мм и обязательное расположение центра этой полуокружности в плоскости 2.

При изготовлении комплекта калибров, за исключением случаев их повторного изготовления и наличия готовых контркалибров, порядок припасовки существенного значения не имеет. Могут припасовываться либо рабочий калибр к контрольному, либо, наоборот, контркалибр к калибру.

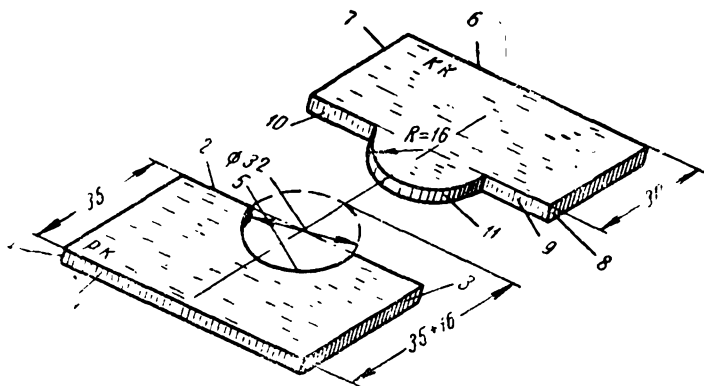
Порядок обработки в этом случае диктуется удобством обработки профиля.

В рассмотренном случае проще изготовить и проверить калибр с внутренним контуром полуокружности. Предварительные операции по изготовлению этого калибра подобны рассмотренным ранее. После разметки, предварительной обработки и точно-

го опилования плоским, драчевым и личным напильниками поверхности 2 выпиливают полукруглым напильником полуокружность. Контур этой полуокружности проверяется на просвет гладким цилиндрическим калибром диаметром 32 мм, а расположение ее центра в плоскости 2 контролируется микрометром от поверхности 1 совместно с калибром.

Показание микрометра должно равняться сумме высоты изделия и радиуса калибра, т. е., если фактическая высота изделия равна 35,05 мм, а радиус калибра равен 16 мм, то показание микрометра должно быть равным 51,05 мм.

Итак, если гладкий калибр касается контура полуокружности без значительных просветов и сумма высоты калибра-изделия и



Фиг. 113. Припасовка калибров.

радиуса гладкого калибра при этом положении равна 51,05 мм, калибр считается изготовленным правильно.

После этого обрабатывают контркалибр (см. фиг. 113). У шлифованной заготовки опиляют длинное ребро 6, а затем ребра 7 и 8, отмечают поверхности 9 и 10 и полуокружность контркалибра.

После удаления излишка металла с отступлением от разметочной риски на 0,5 мм и образования подрезки в местах сопряжения плоскостей 9 и 10 и полуокружности радиуса 16 мм, переходят к опилованию ребер 9 и 10, добиваясь того, чтобы ребра лежали в одной плоскости и были параллельны базе. Если ребра параллельны базе и лежат в одной плоскости, показания микрометра и штангенциркуля при измерении размера 30 мм от ребра 9 и ребра 10 будут одинаковы. После этого точно опиляют круглый выступ диаметром несколько более 32 мм.

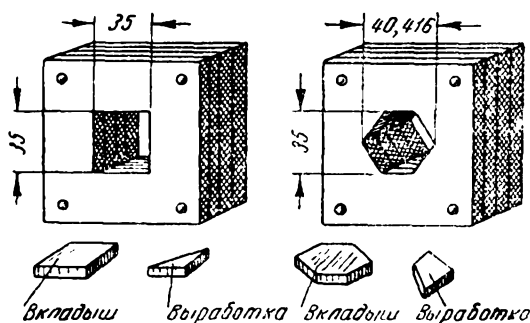
Окончательной операцией в рассматриваемом случае будет припасовка контркалибра к калибру.

Припасовка должна быть настолько точно, чтобы при соприкосновении обоих профилей, кантуемых на 180°, между ними не получалось просвета. Поэтому окончательный размер полукругло-

го выступа контркалибра доделывается путем пригонки по ранее изготовленному калибру с кантовкой на 180° и, когда по всему рабочему контуру калибра и контркалибра не будет просвета, работа считается законченной.

Обработка внутренних замкнутых профилей (пройм) самая сложная работа в слесарно - лекальном деле.

На фиг. 114 изображены две простые, но часто встречающиеся в практике лекальщика проймы. Их изготовление начинается с изготовления вкладышей. Заготовка для квадратного вкладыша — квадратная пластинка 38×38 мм; для шестигранного — прямоугольник 38×43 мм. После изготовления вкладышей приступают к изготовлению пройм. Обработку начинают с обработки наружных ребер, причем наиболее точно опиливают ребра, параллельные сторонам будущего квадратного или шестигранного



Фиг. 114. Обработка пройм.

отверстия. Далее размечают его центр и контур, а затем сверлят круглое отверстие. Диаметр сверла выбирается с таким расчетом, чтобы края отверстия не дошли до линии разметки на 1—2 мм.

После этого отверстие предварительно опиливается и в углах делаются подрезки ножовкой или надфилем, затем начинается окончательная обработка квадратного или шестигранного отверстия. Порядок обработки следующий: опиливают две параллельные друг другу стороны, затем по выработке обрабатывают соседнюю сторону и на параллельность ей по штангенциркулю — противоположную сторону и т. д.

Размеры отверстия делаются на 0,05—0,08 мм меньше, чем размеры вкладыша. После этого производят припасовку по вкладышу. Изделие считается законченным, если вкладыш будет входить и кантоваться в любом из возможных положений без перекосов, просветов и качки.

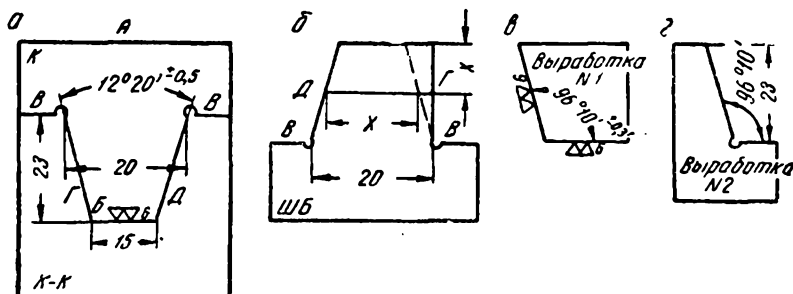
Рассмотрим пример изготовления незакаленного калибра на угловую впадину, изображенного на фиг. 115, а. Обработка начинается с изготовления калибра. Параллельно базовой стороне А пригоняются плечики ВВ и плоскость вершины калибра Б. После этого по угловой выработке № 1 (фиг. 115, в) припилива-

ют плоскость Δ (фиг. 115, б) и в углах калибра делают ножовкой подрезки.

Для измерений подсчитывают средние размеры выступа калибра:

$$\frac{15+20}{2} = 17,5 \text{ и } \frac{23}{2} = 11,5.$$

Обработка второго угла производится с помощью той же выработки № 1 и зубомера.



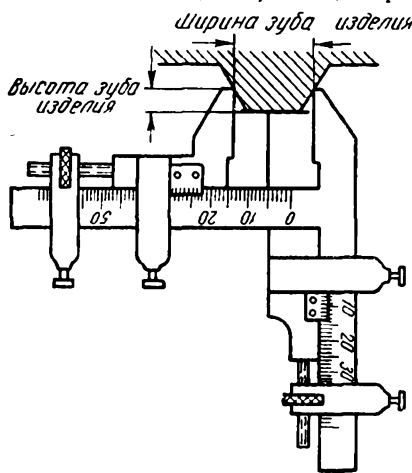
Фиг. 115. Изготовление углового калибра.

Зубомер (фиг. 116) служит для измерения толщины зубьев шестерен и широко применяется в лекальном деле, когда требуется определить толщину зуба на определенной высоте от базы с точностью до 0,02 мм. Зубомер представляет собой два инструмента, объединенных вместе: штангенциркуль и штангенглубиномер.

Губками штангенциркуля измеряется толщина зуба на определенной высоте, а по глубиномеру задается та высота, на которой нужно произвести измерение. При пользовании зубомером следят за тем, чтобы углы губок были острыми и плотно сходились в нулевом положении во избежание ошибок при измерении.

Отсчет на шкалах штангензубомера подобен отсчету на шкале штангенциркуля.

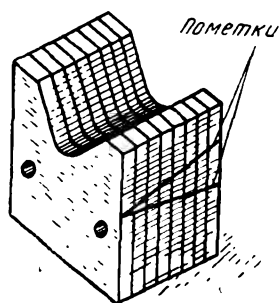
Для доводки второй наклонной плоскости калибра Γ (см. фиг. 115, б) зубомер устанавливается по срединным размерам калибра: 11,5 (шкала глубиномера) и 17,5 (шкала штангенциркуля).



Фиг. 116. Штангензубомер.

При выполнении размера 17,5 на высоте 11,5 мм и угла калибра по выработке № 1 (фиг. 115, а) размеры 15 и 20 мм получаются сами собой.

После того, как калибр будет точно выполнен по размерам, к нему припасовывается контркалибр. Первая сторона выполняется по выработке № 2 (см. фиг. 115, г), припасованной к выработке № 1. Вторая сторона выполняется по калибру-изделию. Когда контркалибр будет почти готов, т. е. когда в него будет входить с небольшим просветом у стороны Б калибр, их припасовывают друг с другом за счет пригонки сторон контркалибра



Фиг. 117. Пометки на боковых сторонах калибров.

до тех пор, пока в любом положении калибра и контркалибра не будет просветов по всему профилю.

После обработки профиля некоторые калибры подвергают термической обработке. Перед отправкой их в термическое отделение цеха слесарь-лекальщик разбирает пакет: если калибры были склепаны, то опиляются головки заклепок, а их стержни выбиваются, если же калибры были спаяны, то их разъединяют нагревом. После термической обработки пакет калибров должен быть собран вновь в том же положении и порядке, в каком калибры находились до закалки. Поэтому перед их разборкой на боковых сторонах пакета делают напильником пометки, подобные изображенным на фиг. 117. Калибры, имеющие подобные пометки, могут быть собраны только в одном определенном порядке и положении.

10. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОФИЛЕЙ НЕЗАКАЛЕННЫХ КАЛИБРОВ ПО РИСКАМ

Грубые профильные калибры с точностью, не превышающей $\pm 0,10$ мм, могут быть изготовлены без помощи контркалибров и выработок. Обычно такие калибры остаются незакаленными. Обработка их профиля производится по разметочным рискам, нанесенным на боковой поверхности калибра, а проверка — путем сравнения с профилем, вычерченным на листе цинка.

Цинк довольно мягок и не окисляется. Разметочные риски наносятся на цинковом листе, легко и долго сохраняются. По этому способу часто проверяют калибры, имеющие сложные построения, не поддающиеся проверке инструментом. Нанесение профиля на цинковый лист требует безукоризненной остроты лезвий разметочного инструмента и выполняется по всем правилам точной лекальной разметки.

Изображенный на фиг. 118 профильный калибр, за исключением четырех прямых линий, состоит из комбинации дуг различ-

ных радиусов, для проверки величины и расположения которых потребовалось бы большое количество выработок. Грубые допуски шаблона позволяют готовить его по вычерченному профилю, а размер $34^{-0.05}$ мм проверить микрометром или штангенциркулем.

У размеченного и фрезерованного калибра прежде всего окончательно обрабатывается база *А*. Затем обрабатываются в размер плоские участки *ББ* и *ГД* и соответственно перпендикулярно и параллельно базе *А*.

После этого тщательно размечают заготовку калибра и цинковый лист, причем обработанные плоскости в процессе разметки должны совпадать с прямыми линиями на листе цинка. Затем начинается обработка профильной части калибра по линиям его разметки с проверкой по цинковому листу. Опиливание по разметке производится до половины углубления на разметочной риске.

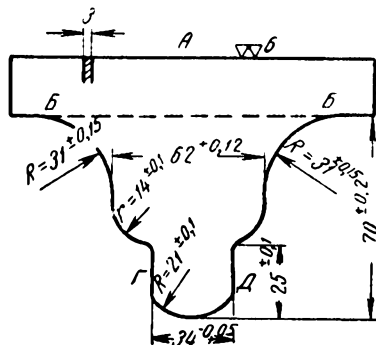
Калибр опиливается до тех пор, пока все поверхности его профиля не сольются с линиями контура, вычерченного на цинковом листе. При переворачивании калибра поверхности профиля и линии его изображения на цинковом листе также должны сливаться. У неправильно изготовленного калибра при кантовке в некоторых местах поверхности профиля перекрывают изображение на цинке, а в некоторых — от него отступают.

Кантовка производится не только при контроле окончательно обработанного калибра, но и на всем протяжении обработки его рабочего профиля. Во избежание ошибок рекомендуется производить обработку не последовательно расположенных, а противоположных элементов профиля, кантуя их на цинке.

11. ОБРАБОТКА ПРОФИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРОВ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ

Большинство профильных и комплексных калибров после выполнения слесарных операций подвергаются термической обработке — закалке.

Назакаленными калибры остаются только в тех случаях, когда они служат для измерения небольшого количества одноименных деталей или когда профиль калибра в процессе его эксплуатации не соприкасается с поверхностью изделия, а следовательно, и не изнашивается. Во всех остальных случаях профильные калибры подвергаются закалке. Закаливается или весь калибр в целом, или только его часть.

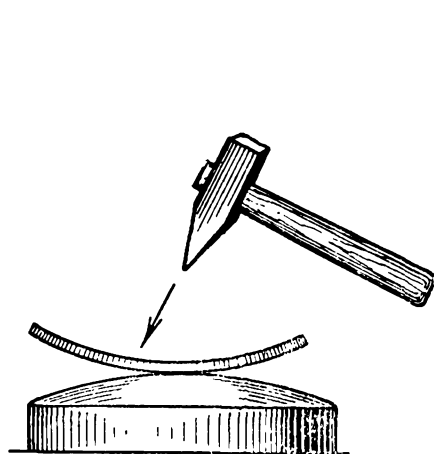


Фиг. 118. Профильный калибр, изготовляемый по рискам.

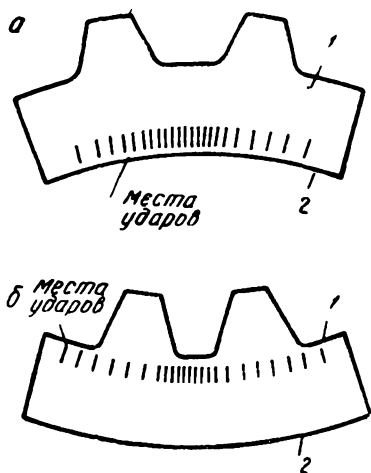
Почти все калибры после закалки оказываются покоробленными. Для восстановления их первоначальной геометрии калибры правятся под прессом или вручную.

Ручная правка закаленных калибров осуществляется ударами молотка и называется рихтованием. При рихтовании накладывают металл молотком, стараясь растянуть его с таким расчетом, чтобы изделие приняло свою первоначальную форму.

Обычно рихтование производится на выпуклой опорной поверхности. Рихтовать закаленные калибры на плоских плитах не следует, так как после закалки их плоскости могут быть вол-



Фиг. 119. Рихтование калибра, деформированного по плоскостям.



Фиг. 120. Места ударов при рихтовании.

нистыми и при ударах по выпуклостям калибр может легко поломаться или дать трещину.

В тех случаях, когда калибр получил кривизну, как указано на фиг. 119, его кладут выпуклым местом на поверхность рихтовальной плиты и легкими ударами острого носка специального рихтовального молотка раздают металл во впадине. Это приводит к тому, что вогнутая поверхность удлиняется и делается по длине, равной выпуклой поверхности, изгибая калибр в противоположном направлении. Удары при рихтовании должны быть легкими, но более сильными в середине и постепенно ослабевающими к краям.

При изгибе рабочих поверхностей калибра в плоскости профиля (фиг. 120, а) калибр кладут на рихтовальную плиту и наносят легкие удары молотком в местах, указанных на фигуре.

Для сохранения прямолинейности широких плоскостей следует производить удары равномерно с обеих сторон. При изгибе калибра по фиг. 120, б удары надо наносить ближе к рабочему

профилю калибра. Тогда у выступов металл растянется, и поверхности 1 и 2 станут прямолинейными.

При сложной деформации калибров, т. е. их изгибе с одновременным искривлением рабочих поверхностей, сначала рихтуют их по широким плоскостям, а затем выравнивают и профиль.

Следы рихтования должны быть затем тщательно удалены плоским шлифованием или зачисткой и полированием плоскостей до полного устранения его следов. Это делается с той целью, чтобы след от любого малейшего удара, нанесенного по калибру при его эксплуатации в цехе, был ясно виден на поверхности и такой калибр можно было бы подвергнуть немедленной проверке.

Несмотря на широкое распространение рихтования, следует всячески избегать этой операции, так как удары создают вредные внутренние напряжения в материале калибра, нарушающие постоянство размеров этого инструмента в процессе эксплуатации. Особенно недопустимо рихтование контркалибров, являющихся образцовым и контрольным инструментом.

После обработки широких поверхностей калибров они снова в соответствии с пометками на их ребрах собираются в пакеты и уже в таком виде подвергаются доводке и полированию. Для этого необходимо довести прямолинейные поверхности на плоских притирах; разделить весь контур на ряд участков, состоящих из простейших элементов; подобрать и довести или изготовить соответствующие этим элементам притиры; подобрать или сконструировать и изготовить необходимые выработки; осуществить процесс доводки и полирования с соблюдением приемов, изложенных в главе о доводке.

Процесс доводки профильных и комплексных калибров — это трудоемкий и сложный процесс, заслуживающий более подробного описания некоторых его особенностей.

12. ОБРАЗОВАНИЕ ПРОФИЛЯ КАЛИБРОВ ПОСЛЕ ЗАКАЛКИ

При ручном технологическом процессе производства профильных и комплексных калибров получение точных элементов профиля после закалки достигается доводкой профиля.

Основные методы образования профилей, рассмотренные при изготовлении незакаленных калибров, остаются такими же. Высокая точность элементов профиля и их взаимного расположения также гарантируется системой выработок, припасовкой профиля калибров к профилю контркалибров, применением кантовки калибра и контркалибра в процессе производства.

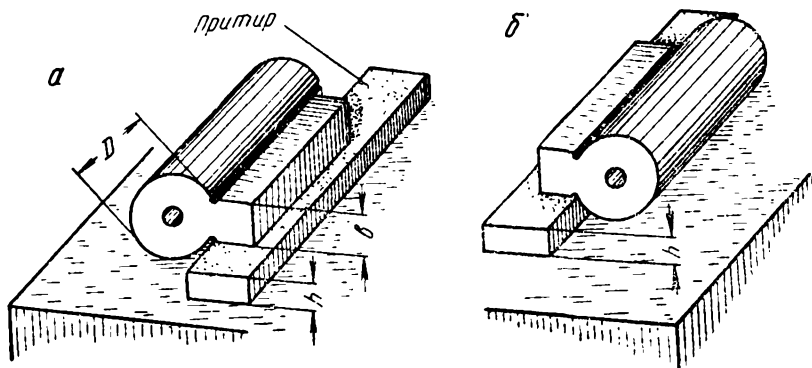
Наиболее затруднительно при окончательной обработке калибров получение строгой симметричности их профиля относительно заданной оси. Помимо кантовки калибра с контркалибром, практика стахановцев-лекальщиков подсказала и ряд других, вполне оправдавших себя, методов получения симметричности.

Так, например, на фиг. 121 дан способ образования профиля шпоночного калибра путем доводки его шлицевого выступа на

мерном притире с периодическими поворотами на 180° . Высота такого притира h строго равна:

$$h = \frac{D-b}{2}.$$

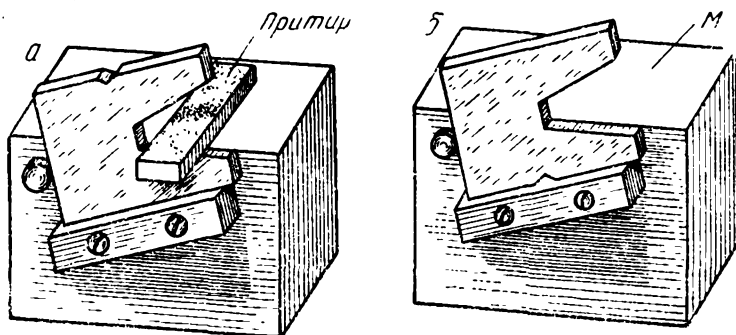
Притир устанавливается на плоскость контрольной плиты, служащей направлением при возвратно-поступательных движе-



Фиг. 121. Получение симметричности шпоночного выступа:

a — первое положение; b — повернутое на 180° .

ниях калибра в процессе доводки. Такой способ обеспечивает строгую концентричность выступа относительно цилиндрической части калибра.

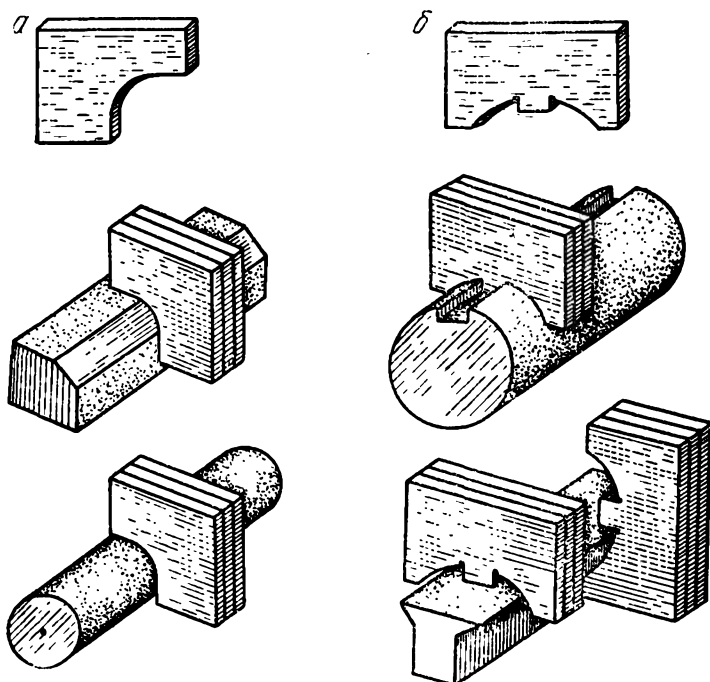


Фиг. 122. Получение симметричности наклонных плоскостей:

a — начальное положение; b — повернутое на 180° .

Не менее удачен и другой способ образования симметрично расположенных наклонных элементов профиля (фиг. 122). В этом случае пользуются направляющим кубиком, позволяющим устанавливать калибр под необходимым углом и притир на нужном расстоянии от направляющей плоскости кубика M . Симметричность достигается также периодическими поворотами калибра на 180° , как это изображено на фигуре.

Доводка профиля калибров осуществляется на притирах. Как правило, конструкция притиров должна позволить производить доводку не всего многоэлементного, сложного профиля одновременно, а доводку профиля по отдельным или одноименным элементам. Такое правило объясняется невозможностью создания сложных притиров высокой точности.



Фиг. 123. Примеры конструкций профильных притиров.

При конструировании притиров лекальщики руководствуются следующими соображениями:

1. Притир в процессе доводки должен не копировать имеющееся положение элементов профиля, а изменять их взаимное расположение.

2. При необходимости доводки более одного элемента профиля рабочие поверхности притира должны быть регулируемы и позволять их точную настройку.

3. Притир должен позволять вести доводку одновременно всех элементов профиля, лежащих в одной геометрической плоскости или поверхности, независимо смежные ли это участки профиля или они разделены другими элементами.

4. Длина притира должна быть достаточно большой, чтобы обеспечить производительность процесса доводки.

На фиг. 123 приведены конструкции притиров для профиль-

ных поверхностей. На фиг. 123, *а* изображен комплект притиров, применяемых для доводки радиусного калибра, на фиг. 123, *б* притиры, применяемые для изготовления шпоночного калибра. Эти конструкции притиров наглядно показывают сущность изложенных выше правил конструирования притиров.

13. ОБРАЗОВАНИЕ УГЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАКАЛЕННЫХ КАЛИБРОВ

Простейшим случаем образования угловых элементов профиля калибров будет образование прямых углов калибров, в частности, находящее широкое применение при производстве угольников. Поэтому поясним особенности образования прямого угла на примере изготовления нормального угольника с углом, равным 90° .

После термической обработки, правки, старения и очистки производят шлифование. Шлифуются прежде всего нерабочие боковые плоскости, служащие базой для получения правильной геометрии рабочих сторон угловых калибров.

Рабочие грани угольников выгоднее шлифовать в пакете. Шлифование ведется на плоскошлифовальных станках. Точность угла 90° достигается шлифованием в параллельных лекальных тисках, позволяющих при кантовке их на магнитной плите на угол 90° получать у изделия точный прямой угол.

На этом заканчивается предварительная подготовка угольника к окончательной его обработке — доводке.

Для получения двух перпендикулярных друг другу плоскостей может быть использован широко применяемый в лекальном деле способ симметричного удвоения ошибок или кантовки.

Как же выглядит этот, уже известный нам принцип в применении к изготовлению угольника?

Чтобы воспользоваться этим способом, три изделия обрабатывают совместно или пригоняют их по одному инструменту. Ошибки в размерах у обработанных таким образом изделий будут одинаковыми. Двум из этих изделий придается такое положение, при котором ошибка в размерах становится более очевидной (в данном случае это будет поворот одного изделия по отношению к другому на 180°), после чего ее исправляют, удаляя выступающие места.

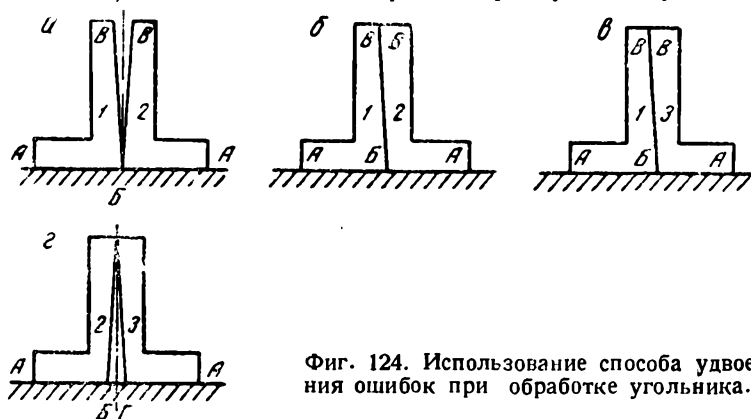
Для доводки угольников по этому способу необходимо иметь доводочную плиту и три заготовки, маркированные порядковыми номерами. В начале доводятся на плите стороны *АВ* и *ВВ* (фиг. 124) у всех трех заготовок одновременно. Прямой угол при этом может получиться только случайно: в общем случае его не должно быть, так как доводка производилась без соблюдения условий получения перпендикулярности плоскостей.

Для определения правильности угла между сторонами *АВ* и *ВВ* достаточно разнять угольники и соединить их на плите сторонами *ВВ*. Если угол прямой, то стороны будут плотно прилегать

друг к другу и между ними не будет световой щели, в противном случае она будет неизбежной.

Для устранения световой щели к вертикальной стороне $БВ$ угольника 1, установленного на плите, пригоняют без просвета угольник 2 (фиг. 124, б) и угольник 3 (фиг. 124, в). При совмещении сторон угольников 2 и 3 (фиг. 124, г) просвет между ними указывает на то, что угол отличается от прямого (при просвете наверху он будет меньше прямого, при просвете внизу — больше прямого).

Затем стороны угольника 2 и 3 обрабатывают одновременно, причем материал снимается в точке их соприкосновения (фиг. 124, г) и по возможности равномерно у обоих угольников,



Фиг. 124. Использование способа удвоения ошибок при обработке угольника.

т. е. стремятся совместить их с воображаемым перпендикуляром $ГГ$. Материал снимается до исчезновения световой щели между угольниками.

Чтобы убедиться, насколько стороны угольников 2 и 3 совпадают с воображаемым перпендикуляром, нужно к одной из них пригнать угольник 1. Тогда будут два угольника с одинаковыми углами.

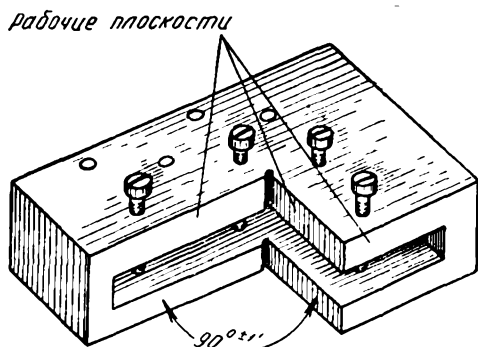
Вполне очевидно, что отклонения их углов будут меньше, чем вначале у угольника 1, так как отклонения в размерах уменьшились при их доводке.

Прикладывая доведенные угольники 2 и 1 друг к другу, устанавливая, насколько их углы отличны от прямого. Дальше процесс взаимной пригонки повторяется до тех пор, пока все стороны угольников любой комбинации не будут прилегать друг к другу без световой щели. По этому же принципу производится доводка плоскостей по методу трех плит.

При наличии надлежащих средств измерения доводка прямых углов может быть выполнена более просто при помощи сравнения с имеющимися контрольными угольниками и пригонкой к ним изделий без просвета.

Для получения прямых углов применяют специальные рамки или наметки (фиг. 125). Наметками пользуются при доводке внутренних углов, а также при ручном шлифовании брусками, используя эти наметки как направления и копыры для образования изделия правильной формы.

Обрабатываемое изделие устанавливается внутри наметки так, чтобы окончательные размеры изделия совпали с ее рабо-



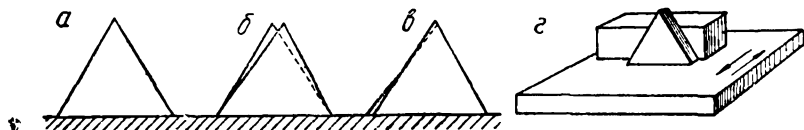
Фиг. 125. Лекальная рамка.

чими плоскостями, и закрепляется винтами. Затем зажимают приспособление в губки тисков.

Ручное шлифование и доводку производят брусками и притирами до тех пор, пока брусок или притир не станет касаться обеих рабочих плоскостей наметки.

Образование профиля калибров, имеющих форму равносоставленного треугольника, может быть проведено также путем использования принципа симметричного удвоения ошибок либо путем обработки с помощью образцового угольника.

При доводке по первому способу две обработанные, закаленные и отшлифованные по боковым сторонам, заготовки соединя-



Фиг. 126. Изготовление угольников 60°.

ются друг с другом и доводятся на плите со всех сторон (фиг. 126, а). Стороны этих заготовок прямолинейны, но углы их не обязательно равны заданному углу 60°. Это очень легко обнаруживается поворотом одной из пластинок относительно другой на 60°, так как при этом видна удвоенная ошибка в угле — несовпадение сторон (фиг. 126, б).

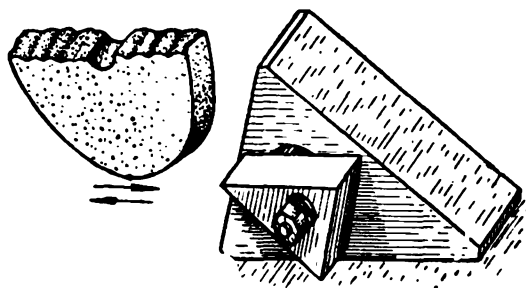
Скрепив калибры струбцинками, притирают несовпадающие стороны, снимая металл с выступающих частей. После этого вновь производят поворот угольников друг относительно друга (фиг. 126, в) и доводят несовпадающие стороны.

При повторении этих приемов несовпадение сторон все уменьшается и уменьшается и, если производить процесс доводки до тех пор, пока не совпадут стороны в любом положении калибров,

то углы угольника будут равны 60° . Это условие вытекает из геометрической теоремы о равенстве углов треугольника двум прямым углам.

Для более легкого получения перпендикулярности сторон калибра доводку на плите (фиг. 126, з) производят совместно с бруском, имеющим значительно большую, чем калибр, опорную поверхность.

При работе по второму способу необходимо иметь для шлифования образцовый равносторонний треугольник. Он должен быть снабжен стержнем, расположенным в его центре, позволяющим устанавливать и закреплять на нем заготовки калибров. В центре



Фиг. 127. Шлифование по образцовому угольнику.

заготовок калибров необходимо сделать отверстия по скользящей посадке для установки их на образцовом угольнике (фиг. 127).

При правильном изготовлении образцового угольника стороны калибра будут точными и могут не доводиться, а только полироваться, так как правильность плоскостей и углов достигнута при шлифовании.

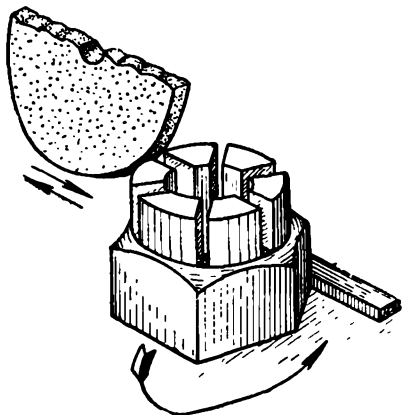
Этот прием очень часто применяется стахановцами-лекальщиками и не только при изготовлении угольников с углами 60° , но также для получения любых углов калибров с равносторонними многоугольными профилями.

На фиг. 128 показано применение этого принципа для образования рабочих размеров комплексного калибра — шлицевой проймы. В данном случае образцовым угольником служат специально прошлифованные для этой цели грани на наружной поверхности проймы. Шлифование ведется с кантовкой калибра по отношению к упору магнитной плиты, как указано стрелкой, что гарантирует строгую concentricность расположения пазов калибра.

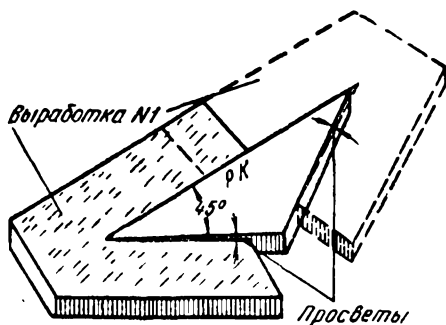
Калибр с углом 45° также может быть изготовлен кантовкой по способу, основанному на геометрической теореме о равенстве внутренних углов прямоугольного треугольника двум прямым углам. Следовательно, если мы убеждены в том, что один из углов треугольника равен 90° , то оба острые угла треугольника будут равны друг другу, т. е. 45° . Поэтому к одному из углов обрабаты-

ваемого калибра, приблизительно равному 45° , пригоняется без просвета вспомогательный контркалибр (фиг. 129). К другому углу этот контркалибр, по всей вероятности, не подойдет. Это укажет на то, что углы калибра не равны между собой. Если первый угол окажется меньше 45° , то увеличивают угол на контркалибре и соответственно увеличивают первый угол калибра, обрабатывая одну сторону на чугунном притире.

Обрабатывая таким образом стороны угла контркалибра и калибра, достигают совпадения обоих углов калибра с углом контркалибра. При этом условии работа считается законченной.



Фиг. 128. Шлифование шлицевой проймы.



Фиг. 129. Обработка калибра с углом 45° при помощи кантовки с выработкой.

Выше мы рассмотрели общие случаи образования угловых профилей калибров наиболее распространенных углов, 90 , 60 45° .

Получение любых других углов калибров осуществляется путем доводки их по контркалибрам или угловым мерам, собранным в блоки.

14. ОБРАЗОВАНИЕ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОФИЛЯ

Изготовление профильных калибров, включающих в себя криволинейные элементы рабочего профиля, считается одним из наиболее сложных видов работ.

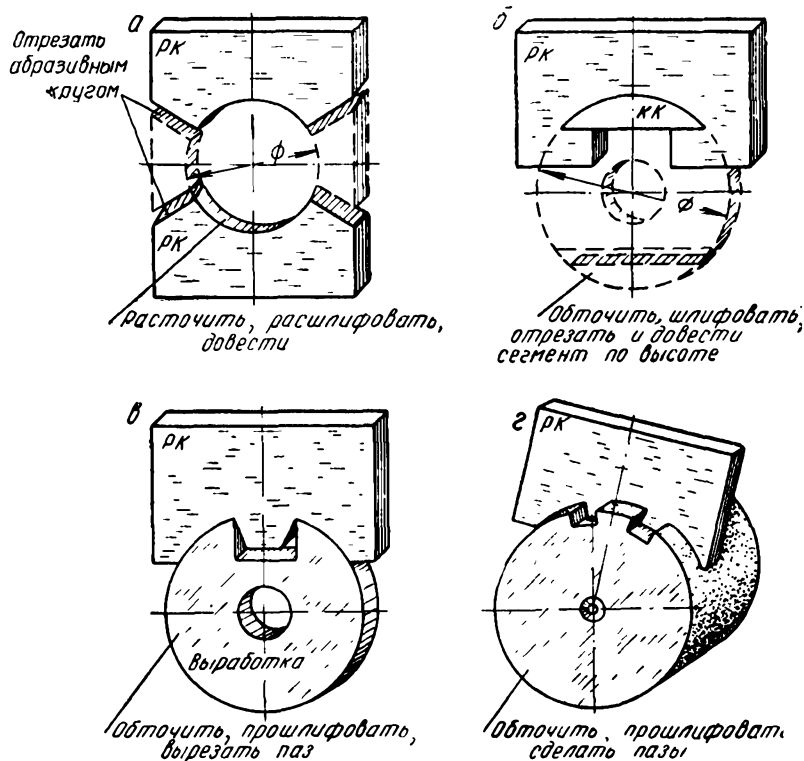
Поэтому при изготовлении калибров с таким профилем стремятся к тому, чтобы использовать при образовании криволинейной поверхности соответствующие движения станка, главным образом круглошлифовального или токарного.

Эти движения могут быть использованы в зависимости от конкретных условий либо при изготовлении калибра, либо контркалибра, либо, наконец, притира.

В практике лекальщикам чаще всего приходится изготавливать поверхности, образованные окружностью, эллипсом, параболой, гиперболой, эвольвентой, спиралью.

Дуга окружности определенного радиуса почти во всех случаях может быть получена путем обработки калибра, контркалибра, выработки или притира на токарном или круглошлифовальном станке.

На фиг. 130 приведены примеры образования дугообразных элементов калибров. Фиг. 130, *а* показывает способ образования внутренних дуг окружностей непосредственно на профиле калибров, путем механической обработки отверстия с последующей вырезкой из пластинки абразивным кругом двух калибров.



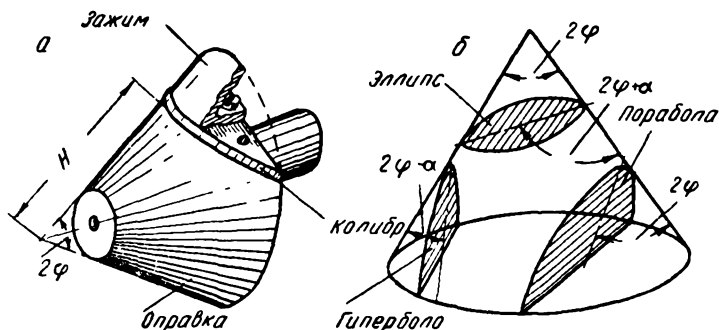
Фиг. 130. Образование профилей, представляющих часть окружности.

Фиг. 130, *б* показывает рациональное получение цилиндрической поверхности на контркалибре; фиг. 130, *в* — получение дуговых участков образованием механическим путем окружности на выработке и, наконец, на фиг. 130, *г* изображена доводка цилиндрических поверхностей калибра притиром отшлифованным до нужного диаметра на станке.

Значительно труднее образование профиля, представляющего собой сложную кривую: эллипс, параболу, гиперболу, эвольвенту, спираль.

На фиг. 131 указан способ получения профиля параболического калибра в специальном приспособлении.

Приспособление представляет собой коническую оправку с плоскостью, служащей для установки калибра перпендикулярно



Фиг. 131. Изготовление калибров с прсфилями, представляющими конические сечения.

к образующей конуса на необходимом расстоянии от вершины последнего.

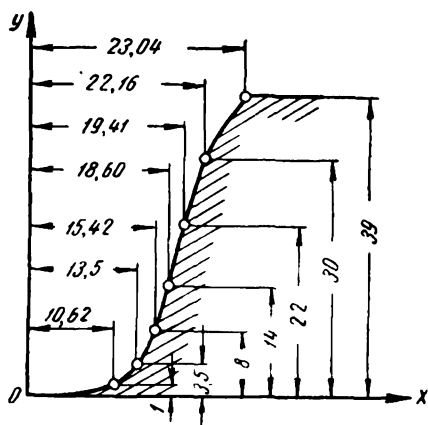
На этой плоскости закрепляют заготовку калибра и, установив оправку в центрах круглошлифовального станка, шлифуют калибр по конической поверхности.

После шлифования калибр получает очертания заданной параболы.

Подобным же образом, меняя соответствующим образом элементы конической части оправки и угол наклона калибра к ее оси, получают другие профили, представляющие собой сечение конуса плоскостью: эллипс или гипербола (фиг. 131, б).

Чаще всего изготовление калибров для проверки сложных кривых производят по координатам, указываемым в чертеже калибра. Координата — это расстояние какой-либо точки профиля от определенной оси.

На фиг. 132 показан профиль калибра, заданный с помощью координат. За оси координат на чертеже приняты две взаимно перпендикулярные оси OX и OY , от которых и задано расположение точек профиля. Положение каждой точки профиля вполне определяется двумя координатами. Если в процессе изготовления



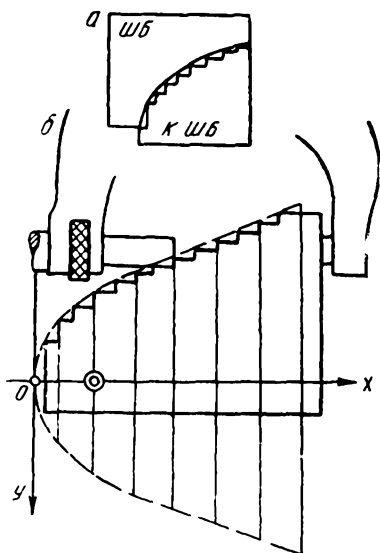
Фиг. 132. Профиль, заданный координатами.

калибра выдержать указанное расположение точек, а затем плавно соединить их друг с другом, то получится необходимый профиль.

При большей точности, задается большее количество точек на чертеже, которыми и пользуется слесарь-лекальщик при изготовлении профильного калибра.

Изготовление таких калибров удобнее всего производить, используя при проверке метод теневого изображения, производя измерения координат на инструментальном микроскопе или сличая увеличенное теневое изображение профиля калибра с изображением его на экране проектора.

В случае изготовления калибров с такими профилями по контркалибру для облегчения промеров координат профиля контркалибр делают ступенчатым (фиг. 133, а) и острия ступеней располагают на заданной кривой. Две стороны контркалибра обрабатываются точно: они служат осями, от которых откладывают координаты точек профиля, изображенного на фиг. 133, б. Измерение расстояний от точек до оси производят при помощи микрометра. Для удобства измерения технолог или лекальщик вычисляет расстояние ступеней от базовых кромок контркалибра. Пригоняя калибр по контркалибру добиваются того, чтобы все вершины ступеней последнего лежали на поверхности калибра.



Фиг. 133. Построение и измерение параболического калибра по координатам.

Доводка криволинейных поверхностей производится притирками с профилем, обратным профилю обрабатываемой поверхности. При доводке сложных кривых по отдельным точкам профиля выпуклые профили обрабатываются плоскими притирами, вогнутые — притирами цилиндрическими.

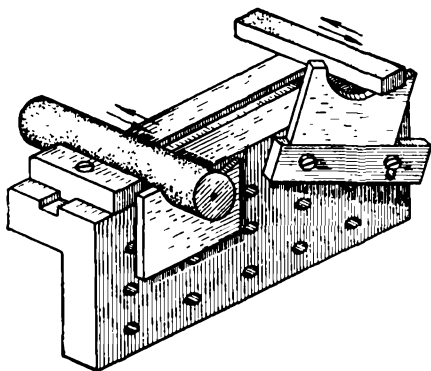
Доводка профилей, представляющих сочетание нескольких цилиндрических поверхностей, начинается с обработки дуг меньшего радиуса.

При обработке одиночных калибров также возникает опасность завала измерительной поверхности калибра. С этой целью применяют устройства, создающие дополнительное направление притира.

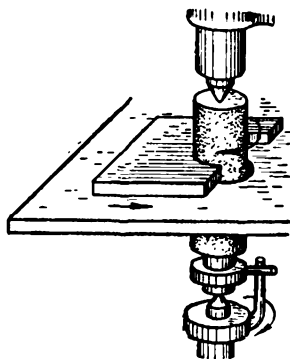
На фиг. 134 изображен процесс доводки профильного калибра в направляющем приспособлении. Во время доводки калибр вруч-

ную прижимается к вертикальной плоскости приспособления, а притиру сообщаются возвратно-поступательные перемещения вдоль специального упора.

Процесс доводки дуговых участков профиля, если конструкция калибра это позволяет, может быть механизирован. Для этой цели изготавливается несложный доводочный станок, схема работы которого изображена на фиг. 135. В нижней части станка устанавливается мотор, приводящий в движение цилиндрический притир. Конструкция станка должна позволять изменение положения притира по отношению к изделию так, чтобы процесс до-



Фиг. 134. Доводка одиночного профильного калибра.



Фиг. 135. Схема механизированной доводки дуговых участков профиля.

водки велся в различных местах притира. Плоскость стола выполняется строго перпендикулярно к оси вращения притира.

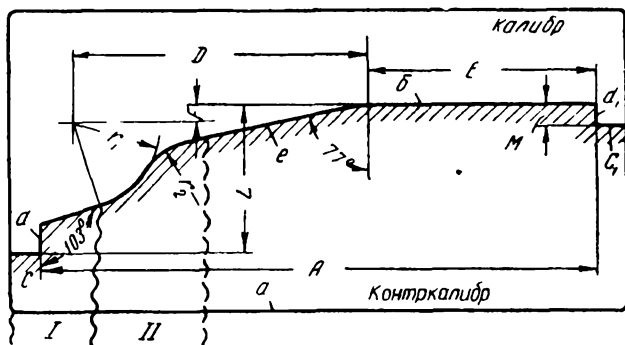
Рассмотрим пример обработки многоэлементного профильного калибра после его закалки [9]. При его обработке будет описано применение разъемных выработок.

Этот калибр изображен совместно с контркалибром на фиг. 136. Обработку начинают с контркалибра, имеющего выпуклый профиль. Вначале доводится нижняя сторона a , служащая базой для обработки и измерений контркалибра, затем параллельно ей сторона b и далее стороны c и c_1 . Положение этих плоскостей измеряется микрометром от базы a . При доводке стороны b измеряется расстояние между плоскостями a и b . Чтобы получить размер L , измеряют разницу в размерах между плоскостями a и b и между плоскостями a и c . Получения размера m добиваются подобным же способом.

Следующей операцией по изготовлению контркалибра будет предварительная доводка стороны d (окончательно она доводится по выработке № 1) и окончательная — стороны d_1 . Размер A контролируют в этой операции либо универсальными средствами

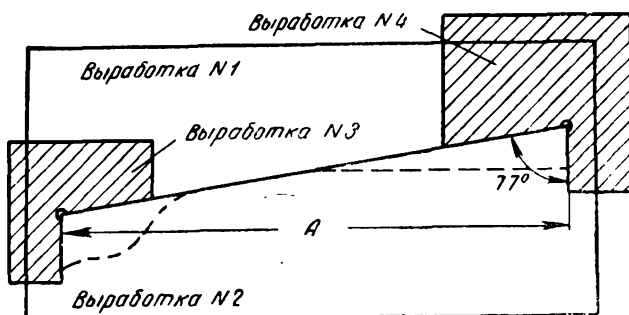
(блоком плоскопараллельных мер, зажатых со вспомогательными губками в струбчинке), либо выработкой № 1.

Обработка наклонной стороны e требует обязательного применения выработки № 1 (фиг. 137) потому, что правильный наклон стороны e и ее начало на расстоянии E от поверхности d_1 могут быть достигнуты только пригонкой по этой выработке. В свою очередь для получения правильных размеров выработки № 1 она пригоняется без просвета к выработке № 2. Контроль отдельных



Фиг. 136. Сложный профильный калибр.

элементов этой выработки осуществляется при помощи заштрихованных на фиг. 137 выработок № 3 и 4. Только при помощи комп-



Фиг. 137. Схема обработки контркалибра.

лекта этих выработок удастся достигнуть правильного расположения стороны e .

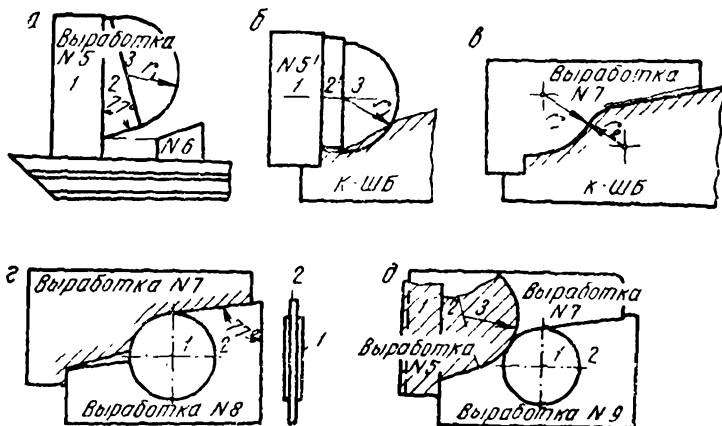
После обработки прямолинейных участков a , b , c и e переходят к обработке профиля на участках I и II (см. фиг. 136). Контроль правильности обработки участка I осуществляется выработками № 5, 6, 7, 8 и 9 (фиг. 138).

Выработка № 5, составленная из нескольких элементарных выработок (фиг. 138, а), состоит из прямоугольной пластины 1, угловой пластины 2 со сторонами под углом 77 и 90°, и полудиска 3,

отшлифованного на нужный радиус и срезанного строго по диаметру. Такая разъемная выработка, составленная из отдельных элементов, имеет то преимущество перед неразъемной, что позволяет использовать ее для различных стадий обработки калибра. Так, например, ее можно применить без полудиска 3 при доводке наклонной плоскости на участке 1.

Все три пластины выработки № 5 при помощи выработки № 6 устанавливают, как показано на фиг. 138, а, и спаивают или склеивают карбинольным клеем или жидким стеклом.

Обработка участка начинается с обработки радиуса r_1 путем доводки его на чугунном цилиндрическом притире. Форма и положение радиуса контролируется выработкой № 5, у которой пластина 2 заменена пластиной 2' (фиг. 138, б).



Фиг. 138. Схема обработки контркалибра.

Центр дуги выработки № 5 находится точно на расстоянии, равном D (фиг. 136). Когда дуга окажется точно выполненной по выработке № 5', то после этого по выработке № 5 обрабатывается наклонный участок, сопрягающийся с другой под углом 103° .

Для обработки участка II, где происходит сопряжение двух дуг и дуги с прямой, необходимо применять выработку № 7 (фиг. 138, в). В свою очередь, для изготовления выработки № 7 потребуются другие выработки. Так, при контроле выработки № 7 пользуются выработкой № 8 (фиг. 138, г), обрабатываемой на чугунном цилиндрическом притире с радиусом r_2 (см. фиг. 136).

Выработка № 8 собирается из цилиндра 1, вставленного в отверстие пластины 2. Кромки пластины 2 обрабатывают после установки цилиндра на месте и таким образом достигается требуемое положение центра дуги.

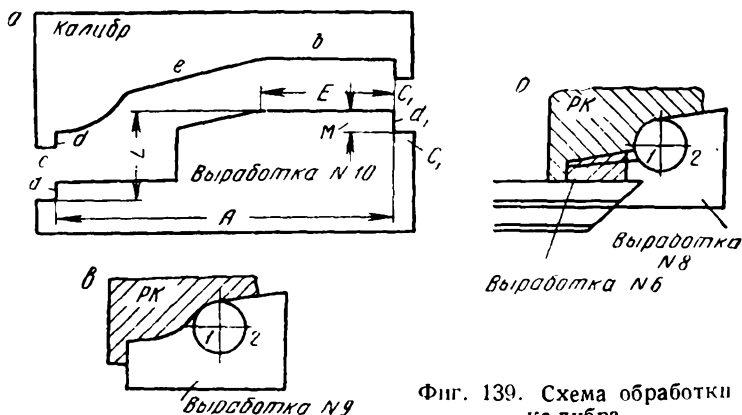
Окончательная обработка профиля выработки № 7 нуждается еще в одном вспомогательном калибре № 9 (фиг. 138, д). Изготовление выработки № 9 подобно изготовлению выработки № 8, но для ее изготовления еще требуется выработка № 5, которая

углубляется в профиль выработки № 9 до тех пор, пока не произойдет сопряжение дуг.

При обработке калибра, кроме контркалибра, требуются (фиг. 139) выработка № 10 и изготовленные ранее для изготовления контркалибра выработки № 6, 8 и 9.

Из рассмотренного следует усвоить главное, т. е. последовательность получения отдельных элементов профиля, принцип назначения выработок, способ получения связи между отдельными частями профиля калибра. Все это, несмотря на большое различие видов и конструкций калибров, изготавливаемых лекальщиками, лежит в основе изготовления большинства профильных калибров.

Большое значение при изготовлении профильных калибров имеет умение использовать универсальные средства измерения и



Фиг. 139. Схема обработки калибра.

таким образом сократить время, необходимое для изготовления большого количества выработок.

Стахановцы-лекальщики широко пользуются этими способами и добиваются значительного увеличения выпуска продукции путем сокращения затрат труда на изготовление вспомогательных калибров-выработок.

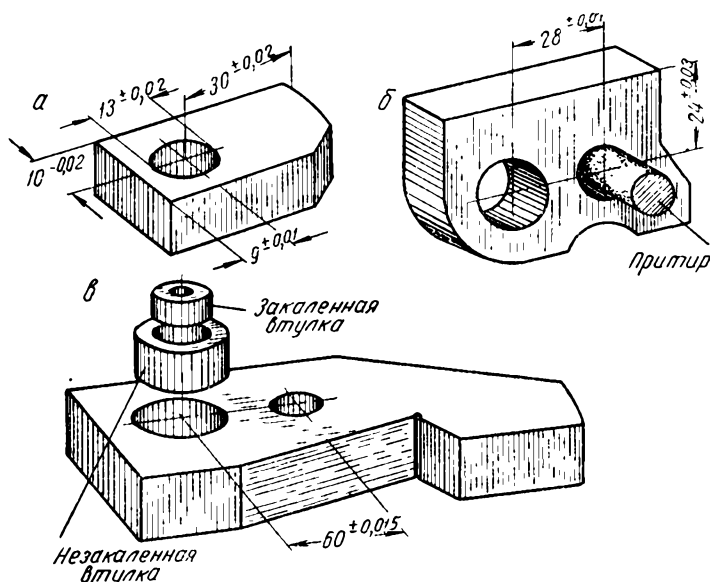
Комбинация синусной линейки, миниметра или индикатора, блоков концевых мер длины, вставок или насадок гладких калибров дает возможность производить измерение различных элементов профиля калибров. Обычно такие измерения ведутся на точных контрольных плитах. Универсальные способы измерения требуют иногда даже весьма сложных расчетов и высокой квалификации лекальщика.

15. ТОЧНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРАХ

Отверстия в калибрах служат для скрепления составных частей калибра или для контроля взаимного расположения осей отверстий изделия. К первым особым требований по их располо-

жению и точности не предъявляется, зато чрезвычайно высоки требования ко вторым. Точное размещение таких отверстий у незакаленных калибров и их правильная геометрическая форма могут быть получены путем разметки, сверления и растачивания на обычных горизонтально-сверлильных станках, при помощи концевых мер и индикатора, при помощи индикатора и пуговиц или же на специальных координатно-разметочных станках.

Наиболее производителен и точен способ обработки отверстий на координатно-разметочных станках.



Фиг. 140. Точное размещение отверстий в закаленных калибрах.

Однако этот способ не решает задачи в том случае, если калибры после обработки подвергаются закалке. Термическая обработка искажает размеры, форму и координаты отверстий.

Получение точных размеров, формы и координат отверстий в закаленных калибрах требует применения особых приемов работы.

Разберем некоторые приемы точного размещения отверстий калибров, изготовленных целиком из закаленной стали.

При изготовлении калибра с одним отверстием, расположенным на определенном расстоянии от профиля калибра (фиг. 140, а) отверстие обрабатывается до закалки с припуском под доводку. Расстояние оси отверстия от кромок калибра выдерживается за счет обработки наружного профиля с соблюдением размера от окончательно обработанного отверстия. Доводка этого отверстия ведется цилиндрическим притиром.

Таким образом, за базу при обработке и измерениях калибра с одним отверстием принимается ось отверстия, от которой доводится весь контур калибра. Если калибр имеет два близко расположенных друг от друга отверстия (фиг. 140, б), первый прием применить нельзя, так как требуется соблюдение расстояния между отверстиями. В таких случаях притиром доводят одно отверстие, а второе доводят двумя притирами. Одним из притиров, имеющим диаметр меньше, чем диаметр второго отверстия, снимают больше материала с той стороны, в которую следует сдвинуть ось отверстия, а затем большим притиром калибруют окончательный размер отверстия.

Наиболее удобным и выгодным считается следующий способ точного размещения отверстий в закаленных калибрах: в калибре (фиг. 140, в), по предварительно произведенной разметке, сверлят отверстия большего диаметра, чем это требуется по чертежу. После закалки корпуса калибра отверстия зачищаются или шлифуются и в них запрессовываются втулки из незакаленного материала.

Приготовленный таким образом калибр может быть обработан теперь любыми способами, применимыми для обработки точно расположенных отверстий в незакаленных деталях. Обработка производится на диаметр больший, нежели это предусмотрено чертежом изделия, а затем в незакаленную втулку запрессовывается закаленная втулка с отверстием, доведенным на размер, равный размеру отверстия калибра. Выступающие части обеих втулок шлифуются вровень с поверхностью калибра. Расположение втулок ясно видно на фиг. 140, в.

После запрессовки втулки размер ее может несколько изменяться и поэтому отверстия окончательно доводятся цилиндрическим притиром.

16. НЕДОСТАТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РУЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОФИЛЬНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ КАЛИБРОВ

Технологический процесс ручного изготовления калибров имеет много существенных недостатков. Главным из этих недостатков является то, что между обработкой под доводку и доводкой изделие подвергается термической обработке, вызывающей изменения его формы и размеров. Это заставляет увеличивать припуски на доводку. Большие припуски удлинняют процесс доводки калибров и повышают их стоимость.

Поэтому лекальщик всегда обрабатывает незакаленный калибр как можно ближе к окончательным размерам профиля, чтобы припуски на доводку были наименьшими. Но в этом случае, а часто и в конце процесса доводки, обнаруживается, что на некоторых участках профиля калибра остаются невыведенные места предварительной обработки, т. е. калибр оказывается окончательным браком.

Чтобы спасти калибр, лекальщик рихтует его ударами молотка, натягивая металл вблизи этих мест. Такое исправление брака нежелательно, так как ухудшает качество изделия.

Следовательно, более совершенным технологическим процессом изготовления профильных калибров будет такой технологический процесс, в котором операция чистовой обработки под доводку и доводка не разделяются промежуточной термической обработкой, т. е. когда термическая обработка находится перед чистовой обработкой под доводку. Такой технологический процесс более совершенен и особенно выгоден в том случае, если чистовая обработка под доводку будет выполняться не вручную, а на шлифовальных станках, позволяющих достаточно производительного и точно обрабатывать закаленный инструмент.

Методы обработки калибров, применяемые при механизированном технологическом процессе производства профильных калибров, удовлетворяют этим требованиям.

Такой технологический процесс описывается в следующей главе.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Как классифицируются профильные и комплексные калибры?
 2. Из какого материала изготавливаются профильные и комплексные калибры?
 3. Какова последовательность операций при изготовлении профильных калибров?
 4. Какие припуски устанавливаются для обработки профильных калибров?
 5. Как устанавливаются допуски на изготовление таких калибров и контркалибров?
 6. Как ведется процесс проверки заготовок профильных калибров?
 7. Какое значение имеет правильный выбор межоперационных припусков при изготовлении калибров?
 8. Какие припуски устанавливаются на шлифование плоскостей, а также сложных профилей? На их доводку?
 9. В чем состоят особенности лекальной разметки?
 10. Что такое выработки и каковы правила их конструирования?
 11. Какими методами добиваются точного изготовления профиля калибра?
 12. Как ведется процесс рихтовки калибров? Почему следует избегать рихтовки и какие методы позволяют от нее отказаться?
 13. Как производится доводка профильных калибров?
 14. Как изготавливаются дуговые участки профилей?
 15. Какие способы изготовления криволинейных профилей вам известны?
 16. Как достигается точное размещение отверстий в закаленных калибрах?
 17. В чем достоинства и недостатки пользования выработками и контркалибрами при проверке профильных калибров?
 18. В чем состоит универсальный метод контроля профильных калибров?
 19. Начертите профиль калибра и контркалибра, состоящего из одного дугового участка, двух горизонтальных и двух угловых участков и установите порядок их доводки, количество и форму выработок.
 20. В чем состоят недостатки описанного в этой главе метода ручной обработки профильных калибров?
-

ГЛАВА IX

МЕХАНИЗАЦИЯ ЛЕКАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. МЕХАНИЗАЦИЯ — ПЕРЕДОВОЙ МЕТОД ЛЕКАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В недалеком прошлом труд слесаря-лекальщика полностью включал в себя почти все операции по изготовлению калибров, начиная от образования заготовок и кончая заключительными отделочными работами. При такой технологии производства в труде лекальщика имелись элементы и малоквалифицированной работы, и работы высокой квалификации. Таким образом, высокая квалификация слесаря-лекальщика не использовалась полностью по своему назначению, а выполнение целого ряда трудоемких работ медленным, ручным способом делало его труд малопродуктивным.

Дальнейшее развитие лекального производства привело к выделению заготовительных и предварительных механических операций из общего объема работ, выполняемых лекальщиком. Тем не менее, наиболее трудоемкие операции, как, например, обработка профиля калибров под закалку и обработка его после закалки, продолжали выполняться вручную, а ручная непроизводительная обработка требовала от слесаря-лекальщика изготовления многочисленных выработок и точных притиров.

Борьба за высокую производительность труда во всех отраслях народного хозяйства на основе проведения широкой механизации ручных операций за последние годы в корне изменила и характер технологического процесса производства профильных калибров.

Обычно под механизацией лекальных работ понимают любую замену трудоемких ручных операций механическими. Но главным в механизации лекальных работ все же является устранение непроизводительных потерь рабочего времени на обработку профиля калибров, как до, так и после термической обработки за счет выполнения этих операций на станках.

Механизация обработки рабочего профиля и рабочих размеров профильных калибров может быть проведена за счет широкого внедрения в технологию производства:

1) точного фрезерования и расточки профилей калибров на координатно-разметочных или фрезерных станках повышенной точности;

2) шлифования профилей калибров на плоскошлифовальных и оптических профишлифовальных станках;

3) механизации доводочных работ.

Применение механизации меняет технологический процесс обработки профилей калибров и в несколько раз сокращает время, необходимое для изготовления калибра.

В табл. 18 дано сравнение ручного и механизированного технологического процесса обработки профилей для различных типов калибров.

Таблица 18

Сравнение ручного и механизированного процесса обработки профиля калибров

Характеристика обрабатываемых калибров	Порядок обработки при технологическом процессе	
	ручном	механизированном
Термически необработанные с пределом точности не выше 0,05 мм	Фрезерование Слесарная	Фрезерование Точное фрезерование
Неточные термически обработанные с пределом точности не выше 0,08 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Зачистка профиля	Фрезерование Точное фрезерование Термическая Зачистка профиля
Средней точности термически обработанные с пределом точности не выше 0,02 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Доводка	Фрезерование — Термическая Профильное шлифование
Точные термически обработанные с пределом точности не выше 0,01 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Доводка Полирование	Фрезерование — Термическая Шлифование Полирование
Высокой точности термически обработанные с точностью выше 0,01 мм	Фрезерование Слесарная Термическая Доводка Чистовая доводка Полирование	Фрезерование — Термическая Шлифование Чистовая доводка Полирование

Механизация лекальных работ позволяет расчленить процесс изготовления калибров на отдельные операции, выполнение которых может быть выделено из общего объема работ, выполняемых слесарями-лекальщиками, и возложено на рабочих других более

узких профессий: слесарей, разметчиков, фрезеровщиков, расточников и шлифовщиков.

Точные механические операции, предшествующие термической обработке, уже сейчас, как правило, производятся рабочими других профессий и поэтому о них будет упомянуто вскользь, тогда как профильному шлифованию, производимому до настоящего времени на многих заводах слесарями-лекальщиками в порядке совмещения профессий, в описании будет уделено большее внимание.

2. ТОЧНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПРОФИЛЕЙ НЕЗАКАЛЕННЫХ КАЛИБРОВ

Ручной технологический процесс изготовления профильных калибров предусматривает грубую обработку профиля незакаленных калибров по разметке и затем последующую его слесарную обработку с целью получения окончательных размеров профиля или у калибров, термически обработанных с целью оставления минимальных припусков под доводку. Необходимость оставления экономически выгодных припусков и под профильное шлифование также иногда заставляет прибегать к слесарной обработке под закалку в некоторых местах профиля.

Внедренный на Кировском заводе в Ленинграде и ряде других заводов метод точной механической обработки профилей незакаленных калибров позволяет почти совершенно отказаться от выполнения в этом случае слесарно-лекальных операций. По этому методу слесарной обработке подвергаются только такие элементы профиля, которые не поддаются механической.

Точная обработка профилей незакаленных калибров производится на координатно-разметочных станках сочетанием расточных и фрезерных операций. Как известно, такие станки позволяют выполнять весьма точные перемещения рабочего стола относительно шпинделя по прямоугольным координатам, а при помощи дополнительного круглого стола также и точные угловые перемещения.

Использование этих особенностей координатно-разметочных станков дает возможность вести точную обработку профилей, образованных прямыми и дугами окружностей.

Фрезерование осуществляется цилиндрической частью концевых фрез с тщательно и острозаточенными зубьями. Работа выполняется в два прохода, причем для окончательного прохода оставляется припуск в пределах 0,05—0,08 мм. Общий припуск на обработку в оба прохода должен быть не более 1 мм.

Точное фрезерование дает возможность производить обработку профилей калибров с точностью, достигающей 0,03 мм.

С несколько меньшей точностью чистовая механическая обработка может быть выполнена и на обычных фрезерных станках. Для этой цели выбирается наиболее точный вертикально-фрезерный станок с массивным столом, проверяется на точность

и оснащается упорами для перемещения стола по индикатору и блокам концевых мер.

Фрезерование и расточка ведется так же, как и на координатно-разметочных станках.

3. ПРОФИЛЬНОЕ ШЛИФОВАНИЕ

Шлифование профилей калибров удобно производить на плоскошлифовальных станках с горизонтальным шпинделем и магнитным столом, а профилей длиной до 20—30 мм — на специальных оптических профишлифовальных станках.

Но не всякие плоскошлифовальные станки пригодны для профильного шлифования. Станки, применяемые для таких целей, должны быть негромоздкими, точными и легкими в управлении. Наиболее удобны станки с продольным ходом стола до 800 мм. Кроме автоматического, плавно регулируемого продольного и поперечного перемещения, у станка должны быть независимые ручные продольная и поперечная подачи. Ручное перемещение необходимо, чтобы шлифовщик имел возможность наблюдать за характером снятия металла при шлифовании и качеством получаемой поверхности и производить строго определенные взаимные перемещения стола и шлифовального круга. Управление таким станком должно быть собрано в одном месте, у рук рабочего.

Одним из таких станков, удовлетворяющих этим требованиям, может служить, описанный выше, плоскошлифовальный станок для точных инструментальных работ модели СК-371.

Станок этот следует для удобства дооснастить приспособлением, позволяющим работать шлифовальными кругами малого диаметра быстросменным защитным кожухом, упорами перемещения шпинделя и стола по индикатору, а также установить упорную линейку на боковой поверхности магнитной плиты для быстрой установки на ней шлифовальных приспособлений.

Тем не менее, и в таком виде на магнитном столе плоскошлифовального станка можно обрабатывать не профиль, а только боковые стороны листового калибра. Обработка измерительного профиля калибра требует набора специальных приспособлений, которыми обычно оснащаются плоскошлифовальные станки, используемые для профильного шлифования.

Эти приспособления дают возможность точно, производительно, в определенной последовательности обрабатывать прямолинейные и криволинейные участки профиля калибров и получать их правильные сопряжения. Конструкции приспособлений позволяют шлифовать листовые профильные калибры в пачках по 5—15 шт. одновременно или пространственные калибры по одной штuke.

Приспособления к плоскошлифовальным станкам, применяемые для механической обработки профиля калибров и их контроля, в соответствии с характером выполняемых работ можно разделить на четыре основные группы:

1) приспособления для шлифования прямолинейных участков профилей;

2) приспособления для шлифования дуговых участков профилей;

3) приспособления для точного расположения элементов профиля по окружности;

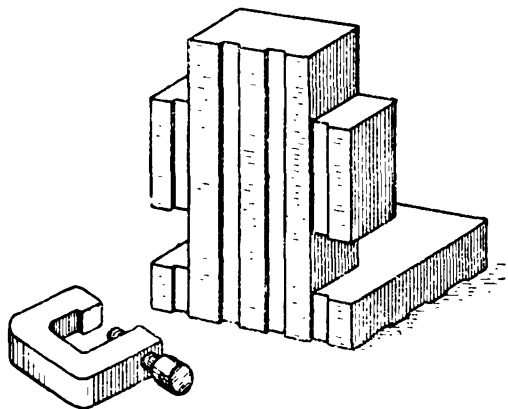
4) приспособления для комбинированного шлифования профилей.

Профильное шлифование может осуществляться двумя способами: шлифованием обычным кругом плоского профиля или профилированным кругом, т. е. кругом, имеющим фасонный профиль, полученный правкой алмазом, острию которого сообщалось принудительное движение по этому профилю при помощи специальных профилировочных приспособлений.

4. ШЛИФОВАНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ ПРОФИЛЯ

Самые распространенные приспособления для шлифования прямых участков профиля: лекальные угольники, лекальные тиски, магнитные угловые призмы, регулируемые установки, синусные линейки, синусные кубики и синусные тиски.

Лекальные угольники (фиг. 141) служат для установки их на магнитную плиту с закрепленными на их вертикальной плоскости калибрами. Калибры закрепляются струбцинками, одна из которых изображена на фигуре. Вырезы в боковых сторонах угольника, служащие для прохода струбцинок, позволяют устанавливать его на эти стороны и производить, таким образом, шлифование взаимно перпендикулярных сторон калибра без его переустановки и выверки. Продольные углубления на сторонах угольника облегчают его доводку при изготовлении.

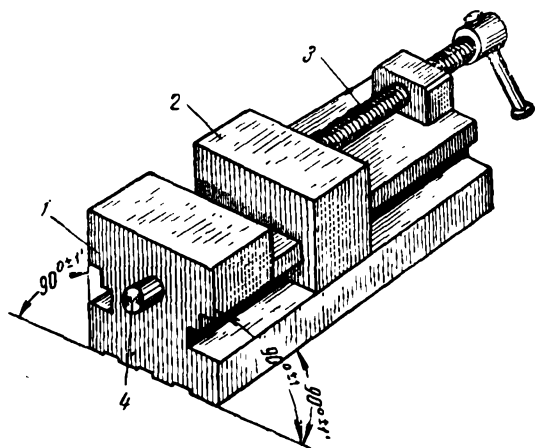


Фиг. 141. Лекальные угольники.

Лекальные тиски (фиг. 142) отличаются от обычных машинных тисков, главным образом, точностью изготовления. Основание тисков имеет несколько отверстий с резьбой, предназначенных для их закрепления. Основание 1 и губки тисков 2 закалены и точно шлифованы. Опорная плоскость неподвижной губки строго перпендикулярна к основанию, а боковые стороны корпуса также перпендикулярны к нему и в то же время параллельны

друг другу. В неподвижную губку основания лекальных тисков запрессован точный штифт 4, служащий базой для измерения наклонных участков шлифуемых калибров. Измерение профиля калибра можно также производить и от верхней плоскости неподвижной губки.

Магнитная угловая призма (фиг. 143) изготавливается с углами α и β — 15 и 75°, 30 и 60°, 45° и позволяет шлифовать на-

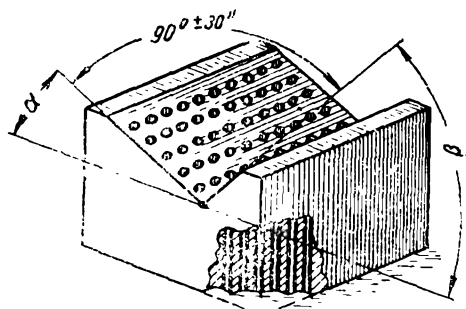


Фиг. 142. Лекальные тиски:

1 — основание; 2 — подвижная губка; 3 — винт; 4 — измерительный штифт.

клонные участки профиля калибров с такими углами наклона.

Призма состоит из точно обработанного латунного корпуса, в который запрессованы сердечники, изготовленные из мягкой отожженной стали. Железные сердечники располагают так, чтобы они приходились против полюсов магнитной плиты. Такая призма притягивает к себе расположенные на ней изделия или приспособления.



Фиг. 143. Магнитная угловая призма.

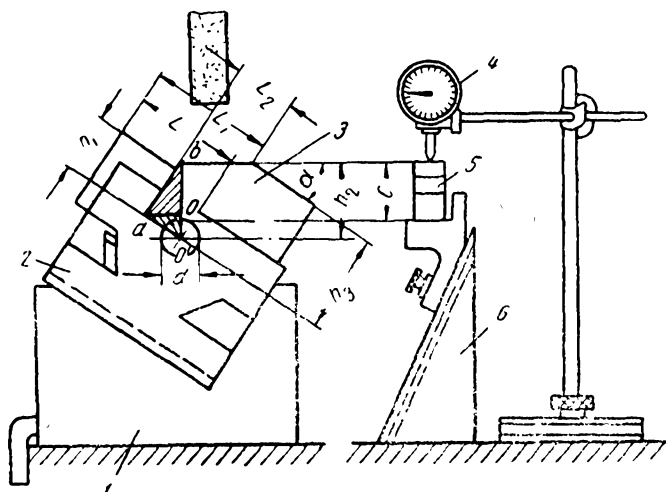
На фиг. 144 показана обработка пакета калибров в магнитной призме. Установка таких калибров на требуемый угол создается наклоном грани призмы, выполненным с точностью до ± 30 сек., поэтому при шлифовании нет необходимости в измерении шлифуемого угла. В результате установки на магнитной призме наклонные участки калибра располагаются горизонтально и шлифуются на продольной подаче стола плоскошлифовального станка.

Шлифование горизонтальных участков калибра производится на магнитной плите в тисках 2 без применения магнитной призмы, и расстояния h_1 и h_3 , указанные на фиг. 144, замеряются от штифта лекальных тисков.

Все измерения ведутся при помощи индикатора 4, регулируемого установа 6 и блока концевых мер 5.

Для определения размера блока концевых мер 5 при шлифовании наклонного участка калибра измеряют расстояния L и h_1 и подсчитывают размер h_2 из треугольников avo и $ao'o'$.

Регулируемый установ настраивается по индикатору 4 на уровне наивысшей точки штифта лекальных тисков, и на опор-



Фиг. 144. Шлифование в магнитной призме.

ную плоскость установки ставится блок концевых мер 5, имеющий размер, равный C . Как видно из чертежа, размер блока будет равен:

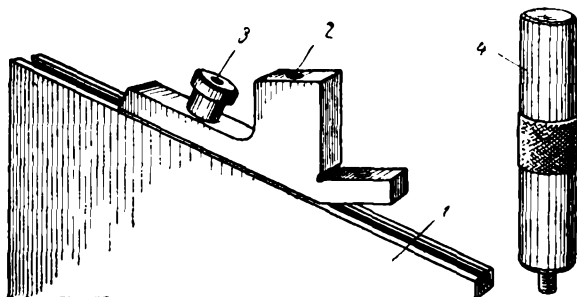
$$C = h_3 - \frac{d}{2},$$

где d — диаметр штифта лекальных тисков.

Шлифование производится до тех пор, пока индикатор 4 не покажет, что обрабатываемая плоскость калибра находится на уровне блока концевых мер.

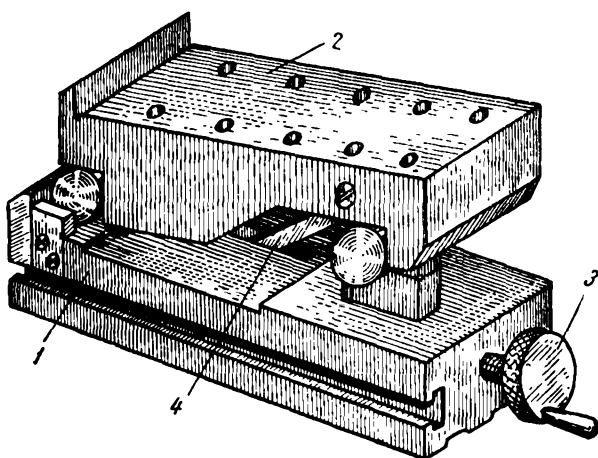
Регулируемый установ (фиг. 145), как видно из приведенного выше примера, удобное и полезное приспособление при шлифовании. Он представляет собой точно изготовленную трехгранную призму 1 с основанием в виде прямоугольного треугольничка. Все грани установа строго перпендикулярны. Вдоль наклонной стороны проходит Т-образный паз, в котором скользит рабочий столик 2, закрепляемый винтом 3 на нужной высоте.

Рабочие плоскости столика 2 выполнены с такой точностью, что к ним можно притереть блок концевых мер. Показанный справа измерительный стержень 4 ввинчивается в грани столика и может быть использован взамен концевой меры большой длины.



Фиг. 145. Регулируемый установ.

В производственной практике вместо установа иногда пользуются штангенрейсмасом, на рамку которого, так же как на столик регулируемого установа, ставится блок концевых мер.



Фиг. 146. Синусная линейка:

1 — основание; 2 — синусная линейка; 3 — винт; 4 — тяга

Синусные линейки (фиг. 146) широко применяются лекальщиками при профильном шлифовании. Конструкции их разнообразны, но все они работают по принципу описанной ранее синусной линейки. Конструкция линейки, изображенной на фиг. 146, позволяет осуществлять при шлифовании весьма прочную и устойчивую установку изделия.

Это достигается тем, что после соответствующей установки линейку 2 скрепляют с ее основанием 1 при помощи тяги 4 и винта 3.

Как показано на фиг. 147, при помощи дополнительного валика 1 линейку 3 можно устанавливать на угол больше 45° . Для облегчения расчетов упор дополнительного валика устанавливается на линейку так, чтобы расстояние от оси вспомогательного валика 1 до оси вращения линейки 3 было равно расстоянию между центрами валиков линейки.

При выполнении этого условия размер C блока 2 концевых мер может быть легко определен решением заштрихованного на чертеже прямоугольного треугольника.

Следует иметь в виду, что при больших углах поворота (свыше 45°) синусная линейка необходимой точности не даст, в этих случаях рекомендуется комбинация синусной линейки и угловой призмы.

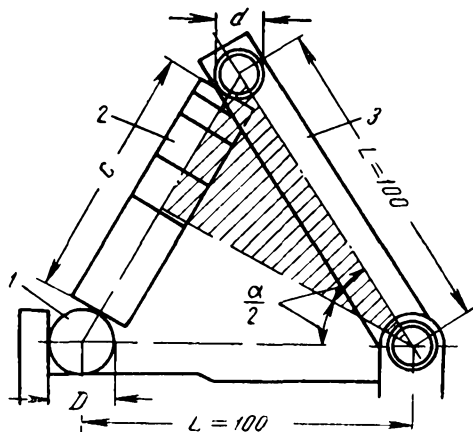
На фиг. 148 показано шлифование наклонной грани плоского калибра 3 на синусной линейке 1. Для его шлифования синусная линейка 1 устанавливается при помощи блока концевых мер 9 на необходимый угол. После этого на верхнюю плоскость линейки ставятся лекальные тиски 2 с зажатым в них калибром 3. Калибр устанавливается в тисках так, что его поверхность K строго параллельна основанию тисков.

Расстояние этой поверхности от штифта, равно h_1 , заранее измерено и известно. При помощи несложных расчетов можно определить, чему должно быть равно расстояние от центра штифта 4 лекальных тисков до шлифуемой плоскости калибра при полученном значении h_1 .

Обработка ведется кругом 6 до тех пор, пока расстояние от шлифуемой плоскости до штифта 4 не окажется равным полученной при расчете величине h .

Эти измерения ведутся при помощи индикатора 7, укрепленного в штангенрейсмасе 8 и блока концевых мер 5.

Показанный на фиг. 148 блок 5 состоит из двух частей: нижняя часть заменяет в данном случае регулируемый упор и высота ее равна расстоянию от магнитной плиты до верхней точки штифта лекальных тисков. Эта часть блока концевых мер



Фиг. 147. Установка синусной линейки на углу 45° :

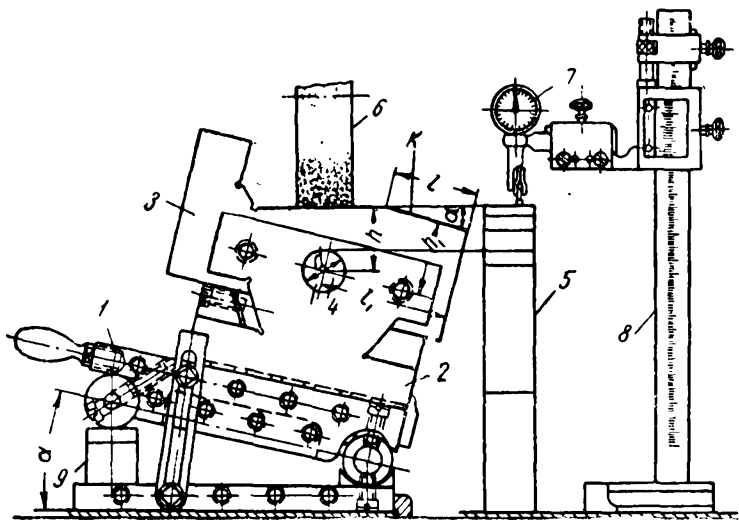
1 — вспомогательный валик; 2 — блок концевых мер; 3 — линейка.

подбирается после установки тисков на синусную линейку при помощи индикатора. Высота верхней части блока 5 равна величине

$$h = \frac{d}{2},$$

где d — диаметр штифта лекальных тисков.

Если шлифуемый угол больше 45° , то или осуществляется установка по фиг. 147, или на синусную линейку дополнительно ставится угловая призма и на нее устанавливаются лекальные



Фиг. 148. Установка при шлифовании на синусной линейке:

1 — синусная линейка; 2 — лекальные тиски; 3 — калибр; 4 — штифт лекальных тисков; 5 — блок концевых мер; 6 — шлифовальный круг; 7 — индикатор; 8 — штангенрейсмас; 9 — блок концевых мер.

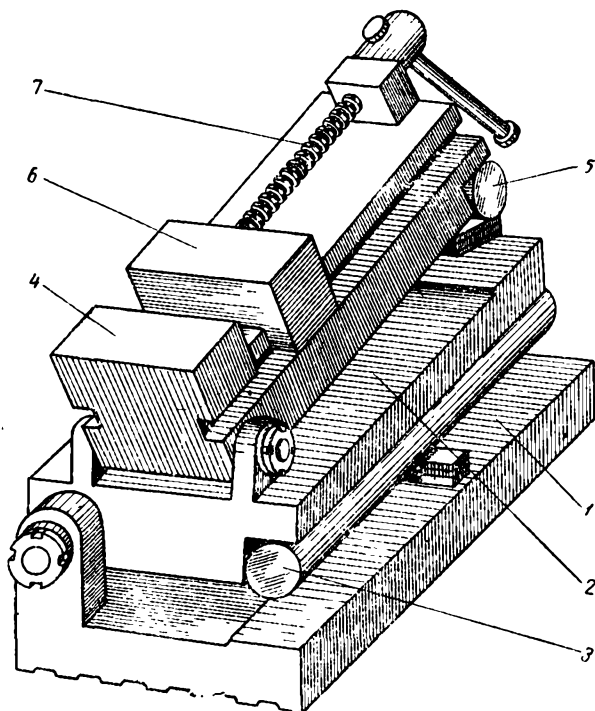
тиски. В этом случае угол установки синусной линейки будет меньше на величину угла призмы.

Следует указать, что такая установка сложна и не гарантирует высокой точности шлифования.

Предложенные лекальщиком т. Берсеновым синусные тиски (фиг. 149) значительно упрощают установку калибров для шлифования их под различными углами наклона и позволяют получить более высокую точность углов. Приведенные в этой фигуре синусные тиски представляют собой соединение в одной конструкции лекальных тисков и двух синусных линейок. В таких тисках можно шлифовать углы не только лежащие в плоскости, перпендикулярной боковым граням калибра, но и расположенные наклонно к ним.

Тиски состоят из нижнего основания 1, в стойках которого на точных осях может поворачиваться на любой угол верхняя плита 2 при помощи блока концевых мер. В этой плите укреплен ро-

лик 3, ось которого расположена на расстоянии $100 \pm 0,005$ мм от оси ее вращения. Если под ролик 3 подложить блок концевых мер, то верхняя плита 2 окажется установленной под определенным углом. В стойках верхней плиты также может поворачиваться на гочных осях основание тисков 4 с роликом 5, установленным от оси вращения основания тисков на расстоянии $200 \pm 0,005$ мм. Ролик позволяет наклонить основание тисков на необходимый угол при помощи блока концевых мер.



Фиг. 149. Поворотные синусные тиски.

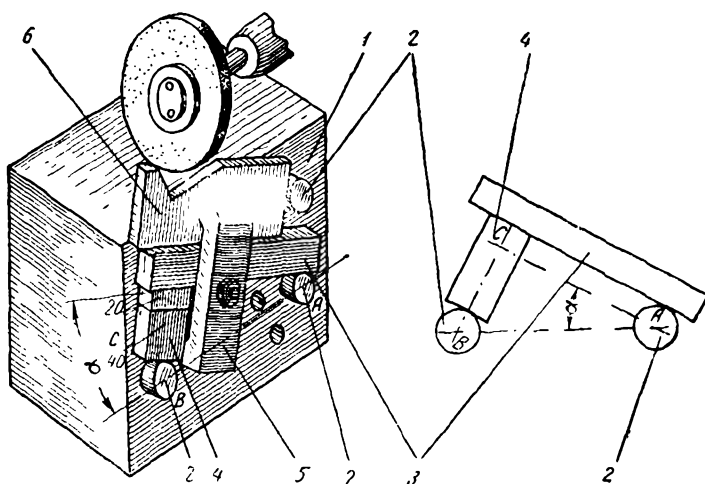
Изделие устанавливается между неподвижной губкой основания тисков и их подвижной губкой 6. после чего закрепляется винтом с перекидной рукояткой 7.

Синусный кубик (фиг. 150) представляет собой как бы комбинацию тисков, угловой призмы и синусной линейки. Он состоит из точно шлифованной четырехгранной призмы 1, в одну из плоскостей которой может быть вставлено шесть цилиндрических штифтов 2. Расположение этих штифтов такое, что если на два соответствующих штифта положить линейку 3, то она ляжет либо горизонтально, либо под углом $\alpha = 30^\circ$ или 45° .

Пользуясь блоком концевых мер 4, линейку 3 можно устанавливать под любым углом к основанию кубика.

Синусный кубик ставится на магнитную плиту плоскошлифовального станка. При помощи соответствующим образом подобранного блока концевых мер 4 линейка устанавливается на необходимый угол. Обычно этот угол делается таким, чтобы наклонная плоскость калибра, которую предполагают шлифовать, располагалась параллельно плоскости магнитной плиты.

Дальше на линейку 3 кладется этот калибр и укрепляется прихватом 5. С помощью синусного кубика можно шлифовать плоскость калибра с точностью до 2—3 микрон. Расчеты блоков концевых мер 4 производятся аналогично приведенным выше расчетам при работе на синусной линейке и угловой призме.



Фиг. 150. Шлифование на синусном кубике.

Разберем пример. Допустим, что у калибра необходимо прошлифовать угол 33° . Расстояние между штифтами синусного кубика равно 125 мм.

Для того чтобы определить размер необходимого блока концевых мер, рассмотрим схему подсчета, изображенную на фиг. 150 справа. Из этой схемы видно, что для определения величины блока нужно решить прямоугольный треугольник ABC , т. е. найти его противолежащий углу α катет BC , которому равен искомый размер блока концевых мер.

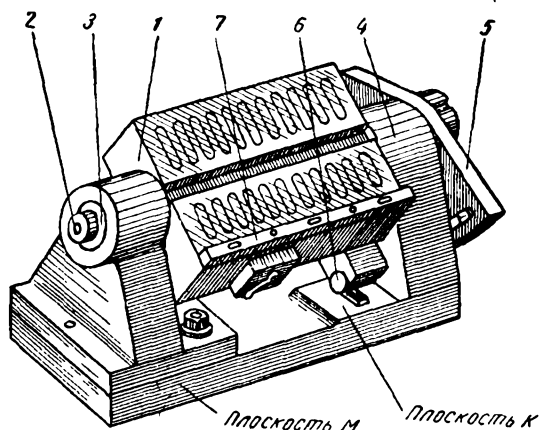
Так как нам известно, что $\frac{BC}{AB} = \sin \alpha$, находим: $BC = AB \sin \alpha$

Подставляя заданные нам значения $AB = 125$ мм (расстояние между штифтами синусного кубика) и $\alpha \approx 33^\circ$ устанавливаем, что размер блока концевых мер будет равен: $BC = 125 \sin 33^\circ = 125 \cdot 0,54464 = 68,08$.

Для шлифования наклонных граней профильных калибров очень удобна поворотная синусная магнитная плита (фиг. 151).

Ее преимущество состоит в том, что подобно синусным тискам, она значительно упрощает установку изделий при шлифовании и сокращает время на их закрепление.

Синусная плита состоит из магнитной плиты 1, смонтированной на осях 2, которые могут вращаться во втулках 3, запрессованных в отверстия корпуса 4 со стойками. Вторая стойка для удобства сборки выполнена отдельно и закреплена неподвижно на основании корпуса. На одну из осей посажен и закреплён гайками сектор 5, необходимый для закрепления магнитной плиты в повернутом положении. К нижней стороне магнитной



Фиг. 151. Поворотная магнитная плита.

плиты прикреплен линейка с роликом 6, расстояние от оси которого до оси вращения равно 100 ± 0.005 мм.

Магнитная плита может быть изготовлена с постоянными или электрическими магнитами. На ее рабочей поверхности имеется точно шлифованный в направлении оси вращения плиты паз, необходимый для укладки в него ограничительной планки, облегчающей установку изделий. К боковой стороне привернута ограничительная планка 7, служащая для такой же цели.

Рабочая плоскость магнитной плиты строго параллельна нижней плоскости основания корпуса и плоскости К, на которой устанавливаются блоки концевых мер, набираемые в зависимости от величины угла наклона магнитной плиты. Боковая плоскость корпуса М также параллельна оси вращения магнитной плиты и используется для точной установки прибора в направлении продольной подачи стола шлифовального станка.

На приспособлении маркируется расстояние Н от плоскости К до нижней образующей ролика 6 при горизонтальном положении рабочей плоскости магнитной плиты, необходимое для расчета размера блока концевых мер, из которого вычитается или к которому добавляется величина, зависящая от синуса угла необходимого поворота плиты.

Таким образом величина необходимого блока концевых мер C будет равна:

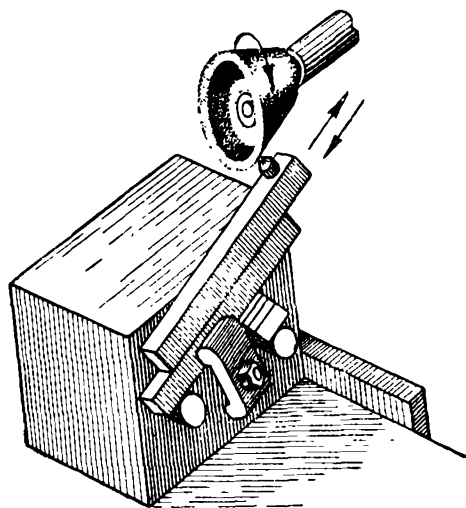
$$C = H \pm 100 \sin \alpha,$$

где α — угол поворота рабочей плоскости магнитной плиты.

Выше были рассмотрены приспособления, применяемые для шлифования прямолинейных или наклонных отрезков профиля путем поворота калибров на нужный угол от основной базы. В этих случаях профиль круга, которым ведется шлифование, не оказывает, как правило, влияния на правильность обрабатываемой поверхности, так как плоскость образуется за счет подачи из-

делия и продольной подачи шлифовального круга. В некоторых случаях, однако, приходится сохранять горизонтальное положение калибра, а образование наклонного участка вести за счет придания кругу необходимого профиля, т. е. профилирования шлифовального круга.

Профилирование круга может быть осуществлено при помощи описанных выше приспособлений: призмы, синусной линейки, синусного кубика, синусных тисков. На фиг. 152 показана правка шлифовального круга при помощи синусного кубика с ручным перемещением державки с алмазом.



Фиг. 152. Профилирование шлифовального круга при помощи синусного кубика

Точный профиль шлифовального круга может быть получен только в том случае, если острие алмаза в процессе профилирования будет передвигаться строго по прямой линии, расположенной в вертикальной плоскости и проходящей через центр вращения шлифовального круга. Отклонения от этого условия приведут к ошибкам в величине шлифуемых углов и отсутствию прямолинейности протшлифованного профиля.

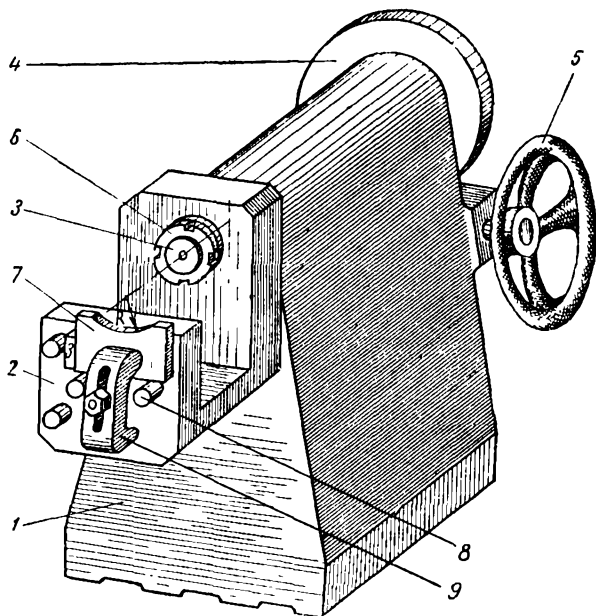
5. ШЛИФОВАНИЕ ДУГОВЫХ УЧАСТКОВ ПРОФИЛЯ

Дуговые участки профилей листовых профильных калибров, начиная от дуг самого малого радиуса и кончая дугами, образованными радиусами до 1,5 м, могут быть обработаны на плоскошлифовальных станках при помощи разнообразных приспособлений.

Однако обработка таких участков ведется все теми же двумя способами, о которых говорилось выше: шлифованием непрофилированным и шлифованием профилированным кругом.

При первом способе дуговой участок определенного радиуса получается за счет вращения обрабатываемого калибра вокруг центра образования данной дуги, а шлифовальный круг в процессе работы постепенно подается к центру вращения изделия до тех пор, пока его поверхность не окажется от этого центра на расстоянии заданного радиуса.

При втором способе дуговой участок образуется при неподвижно закрепленном изделии и профилированный круг шлифует



Фиг. 153. Приспособление для шлифования дуговых профилей.

участок до тех пор, пока центр его профиля не совместится с необходимым положением центра профиля обрабатываемого калибра.

Рассмотрим наиболее характерные способы шлифования дуговых участков профиля калибров и приспособления, при помощи которых ведется эта обработка.

На фиг. 153 показано приспособление для шлифования дуговых профилей вращением изделия относительно шлифовального круга.

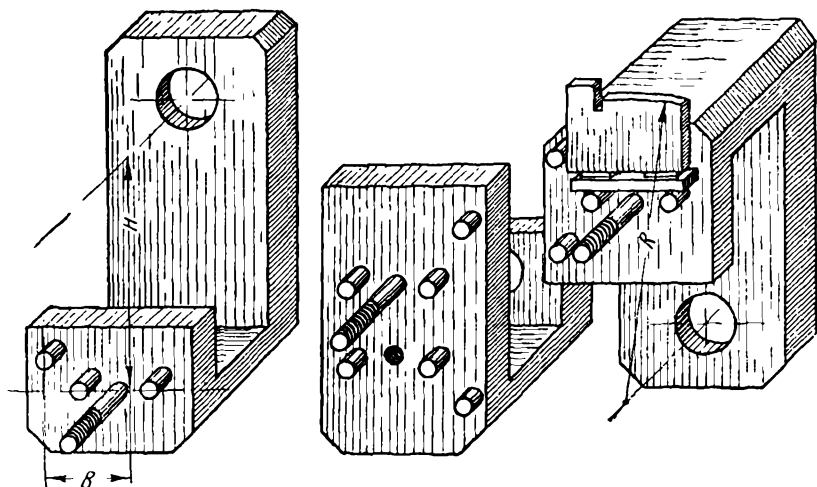
Приспособление состоит из корпуса 1 и сменных угольников 2. Сменные угольники надеваются на выступающую часть шпинделя 3 и закрепляются на нем круглыми гайками 6. На задней

стороне корпуса приспособления смонтирована червячная пара 4, приводящая шпиндель во вращение при помощи маховичка 5.

На лицевой стороне угольника 2 могут закрепляться листовые профильные калибры 7, устанавливаемые в нужном положении от опорно-установочных штифтов 8. Закрепление калибров осуществляется прихватом 9.

Установка калибров производится от их ранее шлифованных базовых ребер и штифтов 8 по блокам плоскопараллельных концевых мер, для расчета которых должно быть известно точное расстояние от опорных штифтов до оси вращения шпинделя приспособления.

Это приспособление позволяет шлифовать как вогнутые, так и выпуклые дуговые участки профиля. Перед шлифованием под-



Фиг. 154. Сменные угольники к приспособлению для шлифования дуговых профилей.

бирается один из сменных угольников, изображенных на фиг. 154 и закрепляется на шпинделе приспособления. Эти угольники изготавливаются с таким расчетом, чтобы их комплект позволял обрабатывать выпуклые и вогнутые дуговые участки любого радиуса в тех пределах, на которые рассчитана данная конструкция. На лицевой стороне угольников маркируются расстояния H и B , необходимые для установки обрабатываемого калибра. Калибр устанавливается с таким расчетом, чтобы центр обрабатываемого участка профиля совпал с центром его вращения.

При шлифовании по дуге приспособление устанавливается на магнитную плиту плоскошлифовального станка. Измерение величины радиуса производится сравнением размера блока концевых мер и обрабатываемой поверхности при помощи лекальной линейки или индикатора на стойке. Точность обработки в данном

приспособлении для радиусов до 150 мм лежит в пределах 0,01—0,02 мм.

При шлифовании дуговых участков непрофилированным кругом, во избежание брака из-за его врезания в смежный участок профиля, круг смещают в сторону, обратную поверхности, которая может помешать его выходу.

Дуговые участки профиля, образованные большими радиусами, обрабатываются также в приспособлениях, устанавливаемых на магнитную плиту, но с осью вращения изделия, вынесенной за ее пределы. Шлифование может быть осуществлено цилиндрической поверхностью чашечного круга или круга прямого профиля, а в случае шлифования выпуклых дуговых участков и их торцевой поверхностью.

Для образования дуговых участков профиля небольшой протяженности широко распространен способ шлифования профилированным кругом. При этом способе работа ведется в лекальных тисках или других простых крепежных приспособлениях. Значительно больший интерес представляют приспособления для профилирования шлифовального круга и сам процесс профилирования. Применяемые лекальщиками профилировочные приспособления универсальны, т. е. дают возможность образовывать выпуклые и вогнутые профили любого радиуса.

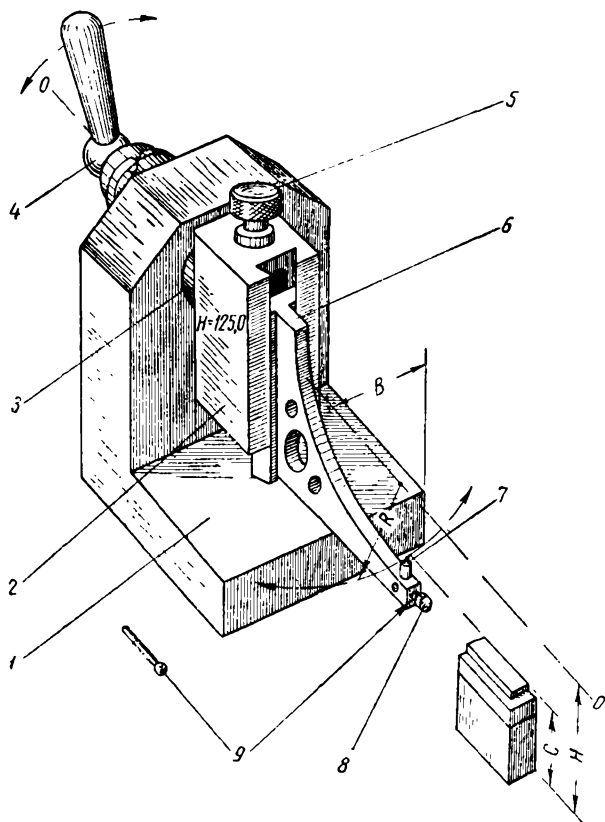
Одна из конструкций таких приспособлений приведена на фиг. 155. Приспособление устанавливается на магнитной плите плоскошлифовального станка. Оно состоит из корпуса 1, в котором на точном шпинделе 3 смонтированы поворотные салазки 2, вращаемые в процессе правки шлифовального круга рукояткой 4. В салазках при помощи винта 5 может перемещаться державка 6, меняя свое положение относительно оси вращения шпинделя 3. Державка выполнена с таким расчетом, чтобы не мешать подводу алмаза 7 к нижней образующей шлифовального круга. Винт 8 служит для закрепления алмаза в державке.

Для профилирования внутренних дуг небольшого радиуса служит державка 9 с зачеканенным в нее алмазом, вставляемая в отверстие торца державки 6. В этом случае винт 8, закрепляющий державку 9, переставляется в боковое отверстие, показанное на фигуре.

Пользуясь этим приспособлением на поверхности шлифовального круга, алмазом 7 можно образовать дугобразный профиль любого радиуса как вогнутый, так и выпуклый. В положении, изображенном на фиг. 155, приспособление настроено на профилирование выпуклого профиля. Если державку 6, пользуясь винтом 5, переместить вверх за ось вращения OO , то острие алмаза будет при вращении профилировать вогнутую поверхность.

Величина радиуса дуги, образуемого этим приспособлением на поверхности шлифовального круга, зависит от расстояния острия алмаза 7 до оси вращения приспособления OO . Чтобы на-

строить профилировочное приспособление на нужный радиус, пользуются блоком концевых мер, установленным на магнитную плиту, с которым при помощи лекальной линейки сравнивают положение острья алмаза над магнитной плитой, регулируя его винтом 5.



Фиг. 155. Профилировочное приспособление для дуговых профилей.

Размер этого блока концевых мер может быть легко определен по формулам:

для профилирования на круге выпуклой дуги:

$$C = H - R;$$

для профилирования вогнутой дуги:

$$C = H + R,$$

где C — размер блока концевых мер, необходимый для настройки приспособления на требуемый радиус;

H — расстояние от плоскости магнитной плиты до оси вращения профилировочного приспособления OO ;

R — радиус дуги профилируемого участка профиля.

Чтобы профиль шлифовального круга не давал искажений профиля изделия, профилирующее приспособление устанавливается на магнитной плите так, чтобы острие алмаза находилось строго на линии перпендикуляра, опущенного на магнитную плиту из оси вращения круга. Для точной настройки приспособления на заданный радиус необходимо следить за тем, чтобы острие алмаза при сравнении его высоты с блоком концевых мер находилось в плоскости, перпендикулярной плоскости магнитной плиты и проходящей через ось вращения приспособления.

Помимо описанного профилировочного приспособления имеются приспособления с вертикально расположенной осью вращения OO , подобные показанному ниже на фиг. 167, но они применяются реже, так как пользование ими возможно только при наличии ручной продольной подачи станка, имеющейся не на всех типах плоскошлифовальных станков.

Как и любой вращающийся инструмент, шлифовальный круг обладает свойством разбивать профиль изделия, т. е. изменять его размеры по сравнению с размерами обрабатываемого инструмента. При разбивании получаются отклонения размеров изделия в тело, т. е. у выпуклого профиля изделия, образованного вогнутым профилем круга, радиус дуги оказывается меньше радиуса дуги шлифовального круга, а у вогнутого профиля изделия, наоборот, радиус получается больше, чем у шлифовального круга. Эта величина изменения профиля при шлифовании колеблется в пределах от 0,01 до 0,02 мм. Для устранения этих погрешностей при установке приспособления на заданный радиус уменьшают или увеличивают радиус вращения алмаза на эту величину. Точность шлифования профилированным кругом находится в пределах от 0,015 до 0,025 мм.

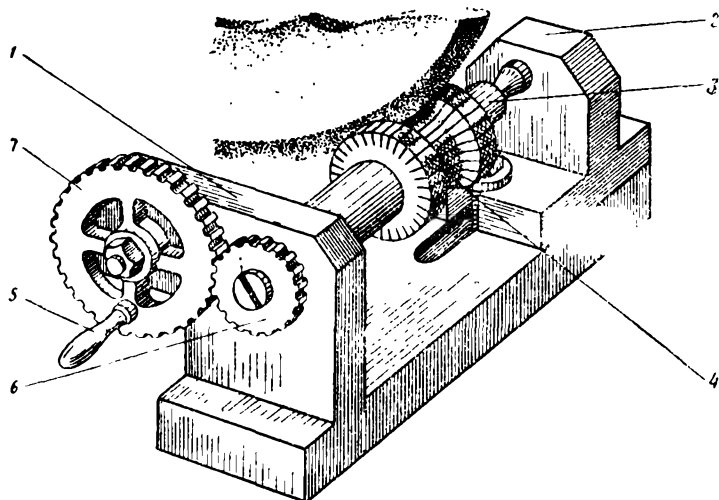
С целью экономии алмазов применяются профилировочные приспособления, образующие профиль шлифовального круга накатыванием его роликом (фиг. 156). Приспособление состоит из корпуса 1 и задней стойки 2, в центрах которых может принудительно вращаться оправка 3 с профилирующим роликом 4. Оправка получает вращение со скоростью равной 200—300 об/мин. от рукоятки 5 через пару цилиндрических зубчатых колес 6 и 7.

Профилирующий ролик 4 изготовлен из закаленной инструментальной стали, имеет профиль, соответствующий профилю шлифуемого калибра, и снабжен прямолинейными, наклоненными к оси под углом 10—15° канавками, облегчающими процесс профилирования.

Процесс накатывания профиля на шлифовальный круг состоит из предварительной обдирки профиля алмазозаменителем из карбида кремния и последующего накатывания профиля в вы-

шеописанном приспособлении. Для этой цели приспособление устанавливается на магнитную плиту так, чтобы ось вращения ролика была параллельна оси вращения круга, затем ролик подводится до соприкосновения со шлифовальным кругом и ему сообщают вращательное движение. Вращаясь, профилировочный ролик ведет шлифовальный круг со шпинделем станка при выключенной передаче от мотора и профилирует круг. Давление на ролик поддерживается опусканием шпинделя.

Профилирование шлифовальных кругов накаткой обеспечивает достаточную точность шлифования, однако, оказывается вы-



Фиг. 156. Профилирование накатным роликом.

годным только при изготовлении значительного количества изделий с данным профилем.

Как же осуществляется шлифование профилированным кругом?

Чтобы отшлифовать дуговой участок профиля (фиг. 157), необходимо установить шлифовальный круг так, чтобы был выдержан размер L от центра дуги до базового, ранее прошлифованного, прямолинейного участка калибра A . Для этой цели шлифовальный круг профилируют таким образом, чтобы был заправлен также и торец B шлифовального круга, служащий базой при его установке.

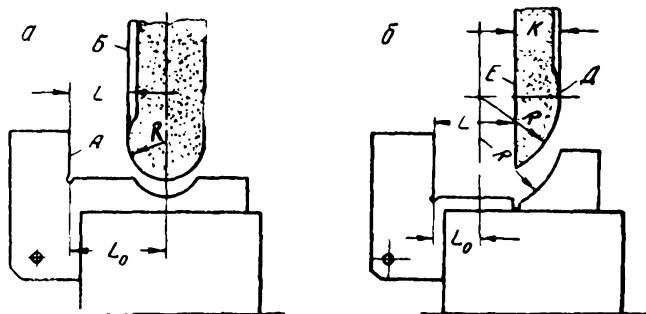
После профилирования шлифовального круга стол станка с изделием устанавливают так, чтобы торец B находился на расстоянии L от базового участка калибра A , и тогда размер блока, служащего для установки торца шлифовального круга, будет равен:

$$L = L_0 - R,$$

где L_0 — заданное расстояние от центра дуги до базы A ;

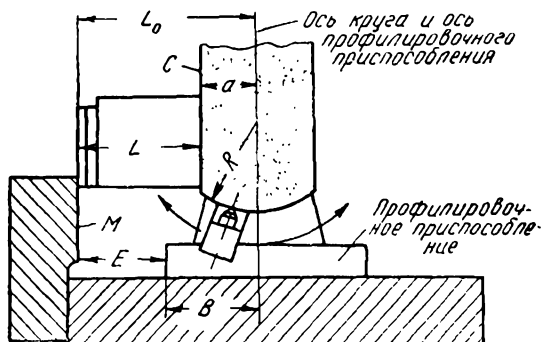
R — радиус дуги (с учетом разбивания профиля изделия на 0,01 мм).

Установка изделия относительно шлифовального круга производится при остановленном шпинделе станка. Для установки применяются изношенные плоскопараллельные концевые меры.



Фиг. 157. Установка профилированного круга от базового участка калибра.

После установки изделия и пуска шпинделя станка, не меняя положения шлифовального круга по отношению к изделию, кругу дают подачу на глубину, пока на изделии не будет образован дуговой участок необходимой глубины.



Фиг. 158. Установка профилированного круга от упорной планки магнитной плиты.

Если требуется профилировать шлифовальный круг, показанный на фиг. 157, б, то сначала профилируют дуговой участок так, чтобы дуга сопрягалась с торцом круга D , а затем заправляют второй торец E по микрометру или штангенциркулю в размер K . В этом случае блок концевых мер L будет равен:

$$L = L_0 + R - K.$$

При необходимости профилирования на шлифовальном круге дуги большого радиуса (фиг. 158) сначала правят торец шли-

фовального круга C и по этому торцу устанавливают в поперечном направлении стол станка таким образом, чтобы был выдержан размер L от плоскости M упорной планки магнитной плиты до торца шлифовального круга C . Размер L рассчитывается так, чтобы при установке профилировочного приспособления по упорной планке магнитной плиты ось вращения профилировочного приспособления и ось круга совпали, т. е. были на расстоянии a от торца шлифовального круга C .

Поэтому:

$$L = L_0 - a,$$

где L_0 — расстояние от оси профилировочного приспособления до упорной планки магнитной плиты;

a — расстояние от центра дуги профиля шлифовального круга до его торца C .

Зная расстояние B от оси профилировочного приспособления до его базовой стенки (см. фиг. 155), устанавливают приспособление от упорной планки магнитной плиты по блоку концевых мер E .

Величина блока мер E равна:

$$E = L_0 - B,$$

где L_0 — расстояние от оси профилировочного приспособления до упорной планки магнитной плиты M ;

B — расстояние от оси профилировочного приспособления до его базовой стенки, служащей для установки приспособления на плите.

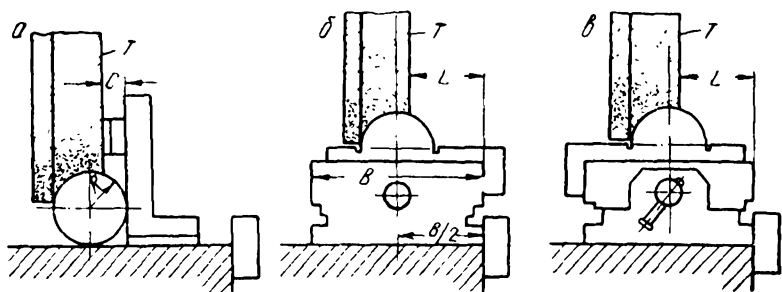
После установки приспособления профилируют шлифовальный круг на требуемый радиус.

Тиски с пакетом плоских калибров устанавливаются для шлифования от упорной планки магнитной плиты так, чтобы был выдержан размер до центра шлифуемой дуги.

Профилирование вогнутых дуг, близких к полуокружности, при отсутствии державок, изображенных на фиг. 155 (деталь 9), не может быть осуществлено за один прием, так как максимальный угол профилируемой дуги ограничивается диаметром оправки, в которой закреплен алмаз. По этой причине дуговые контуры, равные или близкие к полуокружности, шлифуются в два приема: сначала шлифуется одна сторона, а затем после поворота изделия — другая (фиг. 159).

Чтобы выдержать требуемое расстояние от базы калибра до центра его дугового профиля, правится торец круга T и размер C (фиг. 159, a) измеряется при помощи концевых мер, лекального угольника и цилиндрического валика. Валик имеет диаметр, равный удвоенному радиусу калибра с учетом разбивания шлифовальным кругом. Размер C необходим для дальнейшей установки профилированного круга.

Для шлифования таким кругом пакет листовых калибров устанавливается в лекальные тиски с расчетом, чтобы центр радиуса шлифуемого профиля пришелся точно в середине между боковыми плоскостями тисков. После этого приступают к установке шлифовального круга в нужное положение. Как видно из фиг. 159, б, таким положением будет положение круга, при котором его торцевая плоскость T окажется на расстоянии L от

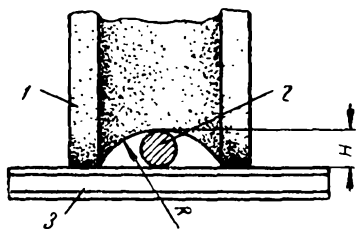


Фиг. 159. Профилирование круга для шлифования вогнутой дуги 180°.

упорной планки магнитной плиты. Установка производится по блокам концевых мер.

Процесс шлифования профиля ведется после этого только на вертикальной подаче без поперечного перемещения стола путем периодического поворота тисков с изделием на 180° из положения, указанного на фиг. 159, б, в положение, указанное на фиг. 159, в.

Профилирование шлифовального круга, если его профиль представляет дугу, имеющую стрелку хорды строго определенной высоты (фиг. 160), ведется следующим образом: сначала профилируют дуговой участок, а затем правят круг по цилиндру до получения размера H . Измерения осуществляются лекальной линейкой и валиком, диаметр которого берется равным высоте профиля шлифовального круга H .



Фиг. 160. Профилирование круга на заданную высоту профиля: 1 — шлифовальный круг; 2 — валик; 3 — лекальная линейка.

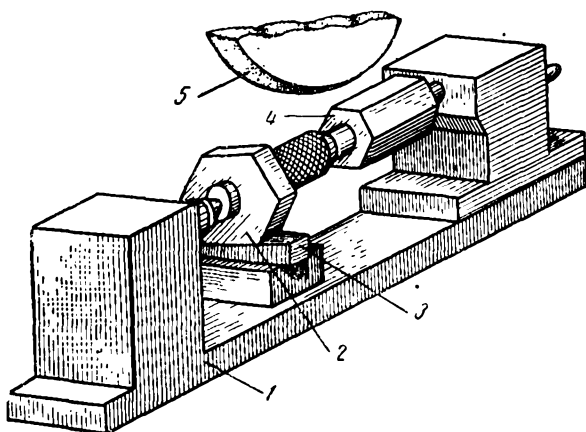
6. ТОЧНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОФИЛЯ ПО ОКРУЖНОСТИ

Необходимость точного поворота калибров на заданный угол при шлифовании их по профилю возникает часто при производстве многогранных, шлицевых и некоторых специальных калибров с точным расположением отдельных участков профиля по

его окружности. Подобные работы с успехом выполняются на специальных шлифшлифовальных или на плоскошлифовальных станках при помощи делительных приспособлений.

В качестве делительного приспособления для производства точных лекальных работ может служить оптическая делительная головка, позволяющая делить окружность на любое число равных и неравных частей с точностью до $1'$. Тем не менее высокая стоимость такой головки и быстрый износ при пользовании ею на шлифовальных станках заставляют в подобных случаях пользоваться более простыми и дешевыми делительными приспособлениями.

Для деления на небольшое число равных частей удобны граневые делители. На фиг. 161 изображен процесс шлифования



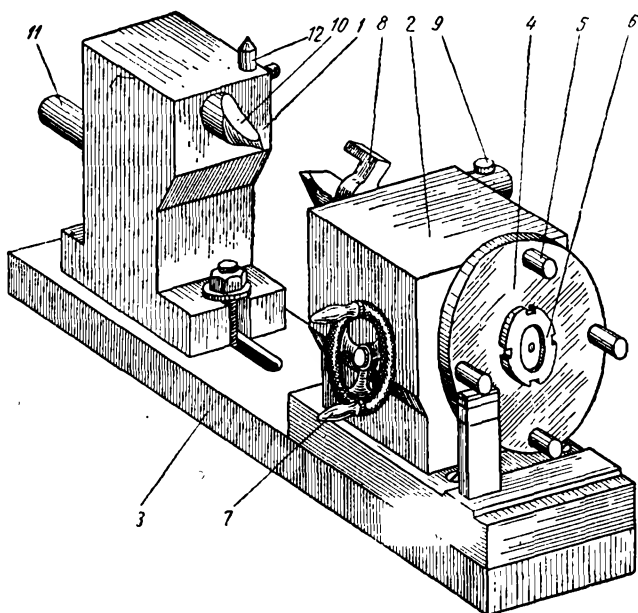
Фиг. 161. Деление с помощью граневого делителя:
1 — центровые бабки; 2 — делитель; 3 — клин; 4 — калибр;
5 — шлифовальный круг.

шестигранного калибра в центровых бабках при помощи такого делителя. Своим отверстием делитель надевается с неподвижной посадкой на точно шлифованную шейку калибра. После установки последнего в упорные центры его положение фиксируется граневым делителем и клином, как показано на фигуре. Для перехода на шлифование последующего участка профиля клин освобождается, граневый делитель поворачивается на другую грань и его новое положение опять фиксируется клином.

Деление окружности на неравные части производят чаще всего в синусной делительной головке. Синусная делительная головка конструкции слесаря-лекальщика А. В. Глебова, приведенная на фиг. 162, состоит из двух центровых бабок: задней бабки 1 и передней бабки 2, смонтированных на плите 3. Передняя бабка, выполняющая главную роль при шлифовании, на своей задней стороне имеет делительный диск 4, с роликами 5. Эти ролики расположены строго на равных расстояниях друг от

друга и от центра вращения шпинделя 6. Шпиндель 6 может посредством червячной передачи поворачиваться вокруг своей оси от маховичка 7. На переднем конце шпинделя закреплен поводок 8, передающий вращение от шпинделя к обрабатываемому изделию. Неподвижное закрепление шпинделя в нужном положении осуществляется стопором 9.

Задняя бабка 1 с целью установки ее на необходимое межцентровое расстояние, может передвигаться по Т-образному пазу плиты 3 и закрепляться болтами с гайками. Задний центр 10 ос-



Фиг. 162. Синусная делительная головка.

вобождается и закрепляется рычагом 11. В задней бабке находится алмаз 12 для правки шлифовального круга.

Поворот делительного диска синусной головки на заданный угол производится при помощи блоков концевых мер (фиг. 163). Блок концевых мер устанавливается на доведенную площадку задней стороны основания передней бабки делительной головки. В связи с тем, что обычно в делительных головках расстояние от центров роликов до оси вращения диска L бывает равным 100 мм, величина блока концевых мер, необходимого для поворота делительной головки на соответствующий угол, определяется по формуле:

$$C = H - \left(100 \sin \alpha + \frac{d}{2} \right),$$

где H — расстояние оси шпинделя от доведенной площадки делительной головки;

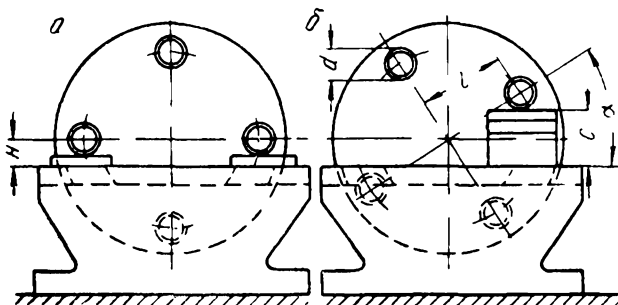
d — диаметр ролика делительного диска;
 α — заданный угол поворота шпинделя.

При небрежном выполнении работ на синусной делительной головке возникает целый ряд погрешностей и ошибок. К числу этих погрешностей относятся наклонность шлицев, неравенство делений, эксцентricичность профиля, конусность шлицев. Источником возникновения этих ошибок являются: попадание пыли под основания бабкок, неправильная установка их по отношению к ходу шлифовального круга, несоосность упорных центров и т. п.

Рассмотрим пример шлифования фасонного профиля калибра, сечение которого дано на фиг. 164.

Шлифование калибров по профилю произведем на синусной делительной головке конструкции Глебова.

Шлифование будет состоять из трех операций: шлифования цилиндрической части профиля A ; образования шлифовальным



Фиг. 163. Схема деления на синусной делительной головке:

a — горизонтальное положение; b — поворот на угол α .

кругом подрезок в углах B ; шлифования плоских сторон профиля B и $Г$.

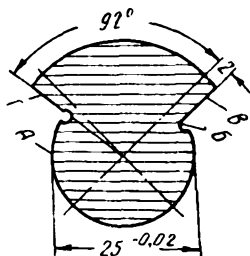
Для предварительного шлифования цилиндрической части профиля применяется шлифовальный круг Э-К ПП $150 \times 6 \times 25$ 60С1; для шлифования окончательного ЭБ-К ПП $150 \times 6 \times 25$ 170 СМ2.

Шлифовальный круг, поставленный на шпиндель шлифовального станка, правят алмазом по окружности, а биение торцев круга устраняется правкой куском твердого круга из зеленого карбида кремния. После установки и закрепления на столе делительной головки с изделием к середине цилиндрической поверхности подводится шлифовальный круг, настраивается во время продольных ходов на искру, а затем постепенно с подачей на глубину от 0,01 до 0,02 мм врезается в тело изделия до 0,1—0,15 мм. После этого производится шлифование вдоль образующей цилиндрической поверхности путем медленного поворота изделия (круговой подачи) маховичков 7 (см. фиг. 162). Круговая подача дается в момент выхода шлифовального круга из кон-

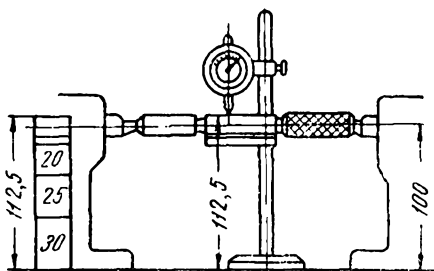
такте с изделием. Когда край шлифовального круга коснется одной из плоских сторон изделия, снова производится подача на глубину, и круговые проходы продолжают до тех пор, пока на цилиндрической части останется припуск около 0,1 мм. Сменив шлифовальный круг, шлифуют окончательно, снимая за каждый проход 0,03—0,04 мм.

Измерение производят микрометром или индикатором на стойке и блоком концевых мер (фиг. 165). Из фигуры очевидно, что размер блока будет равен половине диаметра цилиндрической части плюс высота центров прибора, т. е. $100 + \frac{25}{2} = 112,5$ мм.

Перед шлифованием шпоночного выступа во внутренних углах профиля (см. фиг. 164) делают подрезки Б. Подрезки можно сделать шлифовальным кругом толщиной 1—1,5 мм на вулканитовой связке. Если нет шлифовального круга такой тол-



Фиг. 164. Профиль калибра.



Фиг. 165. Контроль цилиндрической части калибра.

щины, торец более толстого круга может быть сошлифован до нужной толщины на плоскошлифовальном станке обыкновенным шлифовальным кругом.

Подрезки в углах профиля делаются в этой же делительной головке постепенным углублением круга в тело калибра до глубины 0,5—0,8 мм.

Последней операцией будет шлифование плоских сторон калибра.

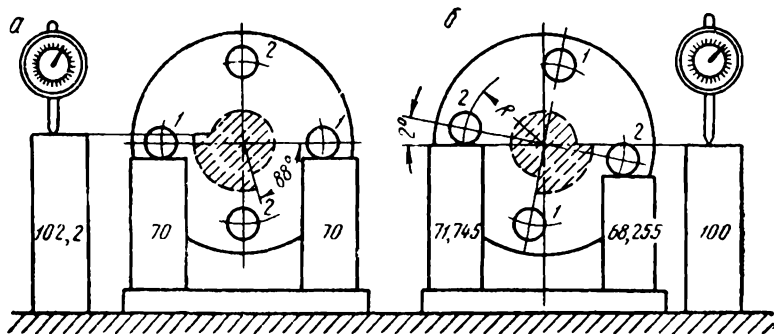
Перед их шлифованием бабки 2 (фиг. 162) устанавливают в исходное положение, т. е. в такое положение, когда оба измерительных штифта займут строго горизонтальное положение (фиг. 166. а). Это можно осуществить, подкладывая под измерительные штифты 1 два одинаковых блока концевых мер. Так как в делительной головке расстояние от оси шпинделя до опорной площадки, на которую устанавливаются блоки концевых мер, равно 80 мм, а диаметр измерительных роликов равен 20 мм, то размеры блоков для установки делительной бабки в исходное положение будут равны $80 - \frac{20}{2} = 70$ мм.

Изделие устанавливается в центрах делительной головки

так, чтобы сторона *Б* шпоночного выступа расположилась выше линии центров прибора на 2 мм плюс величину припуска на шлифование (0,2 мм), т. е. выше на 2,2 мм (на фиг. 166, *а* показано пунктиром). Установка изделия контролируется индикатором и блоком концевых мер. Так как высота центров прибора равна 100 мм, то блок будет равен 102,2 мм.

После этого шлифуют плоскость *Б* до тех пор, пока индикатор не покажет, что она находится на высоте блока концевых мер, равной 102 мм.

На фиг. 166, *а* и *б* показано, что для шлифования второй стороны шпоночного выступа *Г* (см. фиг. 164) необходимо изделие повернуть не на 92°, как указано на чертеже калибра, а на угол дополнительный до 180°, т. е. $180^\circ - 92^\circ = 88^\circ$. В этом случае линия, проходящая через центры измерительных роликов 2—2, будет наклонена на 2° к горизонтали (см. фиг. 166, *б*). Чтобы



Фиг. 166. Шлифование прямолнейных участков профиля калибра.

точно установить этот наклон, под оба ролика подкладывают два различных блока концевых мер.

Как же определить их размеры? Вполне очевидно, что центр одного ролика будет расположен выше центра шпинделя головки на величину $R \sin 2^\circ$, где R есть расстояние между центрами шпинделя и измерительного ролика.

Определим эту величину:

$$50 \sin 2^\circ = 50 \cdot 0,03490 = 1,745.$$

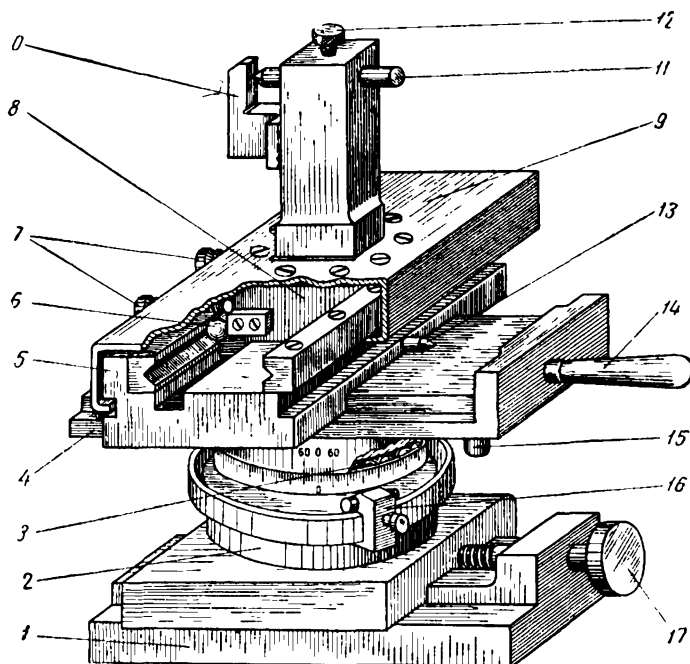
Следовательно, размер одного блока будет равен расстоянию от опорной площадки до нижней точки ролика плюс 1,745, т. е.

$$80 - \frac{20}{2} + 1,745 = 71,745 \text{ мм}; \text{ размер второго блока — разности этих размеров, т. е. } 80 - \frac{20}{2} - 1,745 = 68,255.$$

Установив эти блоки, шлифуют плоскость *Г* до тех пор, пока она не окажется на уровне линии центров, т. е. не будет на уровне блока, равного 100 мм. После этого изделие считается прошлифованным.

7. КОМБИНИРОВАННОЕ ШЛИФОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ В УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Универсальными приспособлениями называют дополнительные устройства к шлифовальным станкам, позволяющие без переустановки в них обрабатывать профили, имеющие не только одноименные элементы, но и комбинации их, независимо от того являются ли эти элементы профиля плоскостями, углами или дугами окружностей.



Фиг. 167. Универсальное приспособление для профилирования шлифовальных кругов.

В соответствии с описанными выше двумя видами профильного шлифования различают и два вида универсальных приспособлений:

1. Универсальные приспособления для профилирования кругов.
2. Универсальные приспособления для комбинированного шлифования профиля, очень часто используемые и для профилирования кругов.

Универсальное приспособление для профилирования кругов (фиг. 167) позволяет профилировать шлифовальный круг на любые профили, представляющие сочетание дуг окружностей и прямых, направленных под любыми углами. Оно состоит из основания 1, на котором при помощи ходового винта 17, осуществляя подачу алмаза на шлифовальный круг, может перемещаться нижний супорт 2. На супорте 2, покаясь на шариках 3,

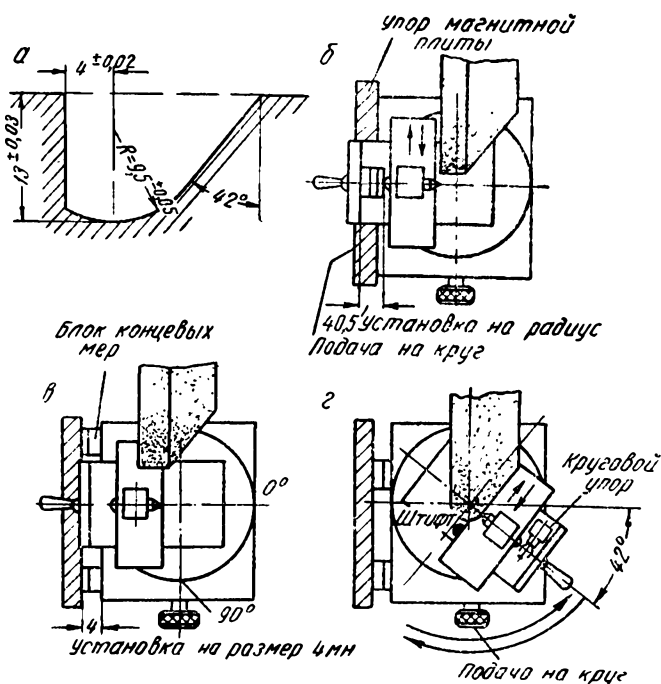
вращается вокруг вертикальной оси и сообщает движение алмазу по дуге верхний супорт 4, служащий основанием для салазок 5 установки алмаза на радиус. Салазки 5 передвигают вручную и устанавливают неподвижно по блоку концевых мер, помещаемому между упором 13 и базовой стенкой верхнего супорта 4, расстояние между которыми при положении острия алмаза в центре вращения супорта известно и замаркировано на приспособлении. В закаленных V-образных направляющих салазках, на шариках 6 перемещается стойка 8, которая может быть закреплена в центральном положении неподвижно двумя штифтами 7. От попадания абразивной пыли в направляющие салазок предохраняет соединенный с основанием стойки щиток 9. Державка с алмазом 11 устанавливается в исходное положение при помощи калибра 10 и закрепляется неподвижно винтом 12. При правке дугового профиля поворот супорту сообщается рукояткой 14. Если требуется профилировать на шлифовальном круге дугу, ограниченную определенными пределами, то для этого устанавливают ограничители 16, работающие с упором 15.

Для профилирования шлифовального круга под углом установку приспособления производят по градусным делениям нижнего супорта и нониуса верхнего супорта, после чего, освободив стойку 8 от штифтов 7, перемещают ее вручную вдоль профиля шлифовального круга.

Приступая к профилированию круга по дуге заданного радиуса, это приспособление вначале устанавливают в положение при котором острие алмаза окажется в центре вращения супорта, т. е. в начальном положении, при котором оно при повороте салазок будет описывать дугу с радиусом, равным нулю. Практически это достигается, если стойку 8 зафиксировать штифтами 7, салазки 5 установить по блоку концевых мер, равному 50 мм, поместив его между упором салазок 13 и базовой стенкой верхнего супорта, и острие алмаза привести в соприкосновение с плоскостью калибра 10. Затем для перехода от начального положения на рабочее блок концевых мер, равный 50 мм, в том случае, если на шлифовальном круге необходимо создать выпуклый профиль, уменьшают на величину заданного радиуса и увеличивают его на эту же величину, если требуется профилировать вогнутый профиль. После этого перемещают салазки до контакта их упора с полученным блоком концевых мер и закрепляют их в таком положении. Вращая настроенные таким образом салазки рукояткой 14, мы получаем необходимый радиус шлифовального круга.

Фиг. 168 дает схему профилирования шлифовального круга с помощью этого приспособления. Требуется заправить шлифовальный круг для получения изображенного на фиг. 168, а профиля калибра. Для этой цели устанавливают профилировочное приспособление на магнитную плиту шлифовального станка так,

чтобы боковая сторона его основания была прижата к упору магнитной плиты (фиг. 168, б). Поворотная часть приспособления настраивается описанным выше способом на радиус 9,5 мм, а затем поворачивается на угол 90°, с таким расчетом, чтобы направляющие верхних салазок расположились параллельно торцевой плоскости шлифовального круга. Освободив штифты, удерживающие стойку с алмазом и перемещая ее в направлении стрелок, указанных на фигуре, правят торец шлифовального круга, пользуясь поперечной подачей станка.



Фиг. 168. Схема профилирования в универсальном приспособлении.

После этого переходят к правке круга по профилю. Для этой цели прежде всего необходимо переместить центр вращения профилировочного приспособления на заданную величину 4 мм (фиг. 168, в) по отношению к заправленному торцу шлифовального круга. Это достигается тем, что между упорной планкой магнитной плиты и боковой стенкой основания приспособления помещают концевые меры длины, равные 4 мм. Затем настраивают круговой упор приспособления (фиг. 168, г) с таким расчетом, чтобы при повороте супорта в крайнее правое положение верхние салазки располагались к оси вращения круга под углом, равным 42°, а правый штифт, фиксирующий положение державки с алмазом, удаляется.

Процесс профилирования начинают с правки прямого участка профиля. Для этого поворотную часть приспособления левой рукой прижимают к круговому упору, а правой рукой державку с алмазом перемещают влево до касания ее с левым штифтом, ограничивающим перемещение державки. Затем левой рукой без задержки поворачивается влево поворотная часть приспособления до выхода алмаза из соприкосновения с шлифовальным кругом. В этот момент державка прижимается правой рукой к фиксирующему штифту. Такие проходы повторяются до тех пор, пока процесс профилирования не будет завершен. Подача на шлифовальный круг при этом осуществляется ходовым винтом профилировочного приспособления.

Пользуясь профилировочными приспособлениями, необходимо следить за тем, чтобы острие алмаза находилось строго в плоскости, проходящей через ось вращения шлифовального круга, а при профилировании сложных профилей не было задержек в переходе от профилирования одного участка профиля к другому.

Точность обработки калибров профилированным кругом равна $\pm 0,01 - 0,015$ мм.

Для комбинированного шлифования полного профиля калибров создано много универсальных приспособлений. Все они в основном представляют собой сочетание крестообразного супорта, перемещающего закрепленные в нем калибры по прямоугольным координатам, и синусной делительной головки.

На фиг. 169 изображено универсальное приспособление конструкции тов. Адрианова. Оно состоит из чугунного угольника 1, устанавливаемого на стол шлифовального станка, на вертикальной стороне которого в каретке 2 смонтирован вращающийся стол 5. Ось его вращения служит выступающая часть каретки 2, передвигаемой по направляющим угольника 1 при помощи винта 3. К каретке неподвижно прикреплен корпус стола 4. Стол приводится во вращение бронзовым венцом и червяком, приводимым во вращение штурвалом 13. Для быстрого поворота стола вручную червяк может выводиться из зацепления с бронзовым венцом.

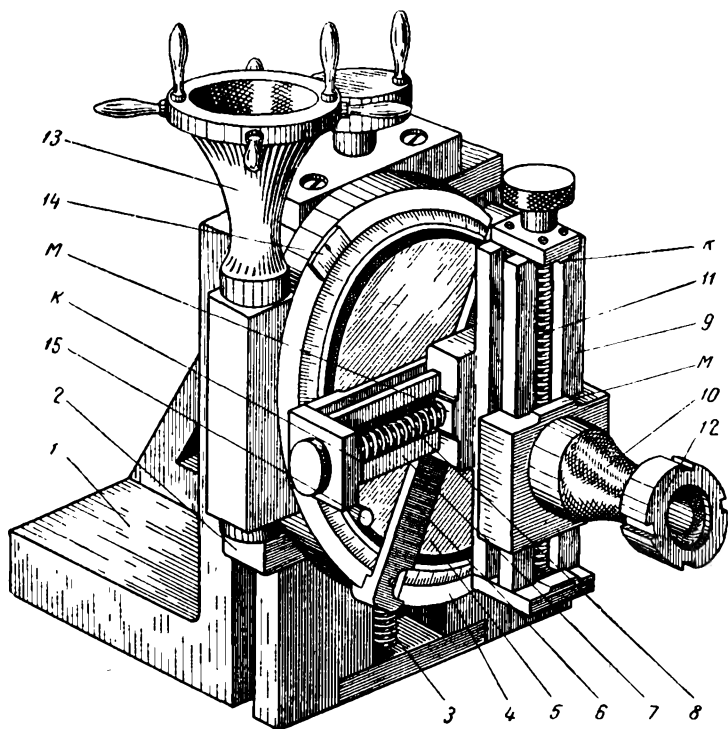
На столе 5 располагаются крестообразно два супорта 7 и 9. Каретка 10 супорта 9 имеет коническое отверстие, в котором при помощи гайки 12 может устанавливаться приспособление для закрепления в нем обрабатываемых калибров.

На оси каретки 2 установлена синусная линейка 6, которая может быть повернута в нужном положении и скреплена с корпусом стола неподвижно. По кольцевому пазу стола перемещаются ролики 15. При шлифовании первой стороны угла профиля калибра один из роликов закрепляется на столе, будучи прижат к синусной линейке. Поворот стола на угол производится по блоку концевых мер, помещаемому между роликом и плоскостью линейки. Размер этого блока легко определяется по обычной формуле подсчета для синусных линеек, причем за рас-

стояние L принимается величина, равная 100 мм, т. е. расстояние от оси роликов до оси вращения стола в приспособлении Адрианова.

Поворот стола можно производить, пользуясь круговой шкалой, нанесенной на поверхность стола, и нониусом 14, установленным на его корпусе. Нониус позволяет производить отсчеты в 30".

Подъем каретки 2 производится при помощи ходового винта 3 и позволяет изменять высоту центра вращения стола приспособ-



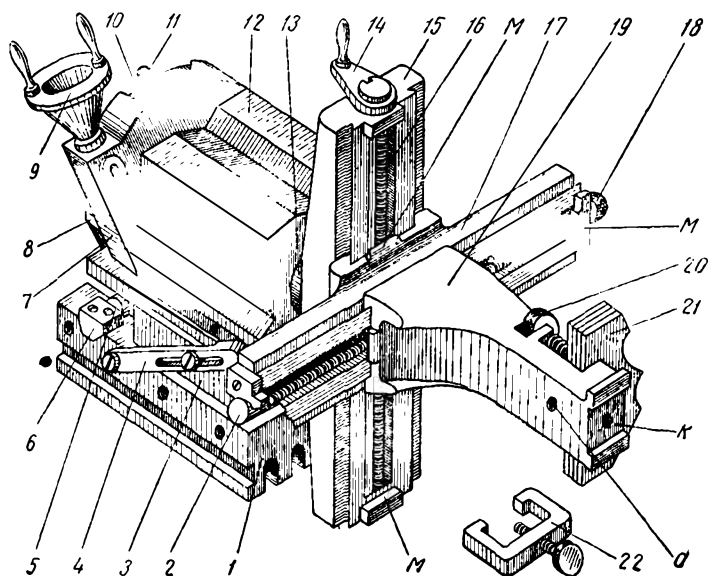
Фиг. 169. Универсальное приспособление для координатного шлифования конструкции Адрианова.

собления по отношению к плоскости стола шлифовального станка.

Как известно, для того, чтобы прошлифовать дуговые участки профиля, необходимо поочередно совместить центры, из которых описаны эти дуги, с осью вращения приспособления. Крестообразно расположенные супорты позволяют при помощи винтов 8 и 11 производить такие перемещения. Точная установка супортов может быть произведена по блокам концевых мер, помещаемых между площадками М и К. При работе в приспособлении необходимо его тщательно защищать от абразивной пыли.

Несколько более удобная и универсальная конструкция приспособления приведена на фиг. 170. Эта конструкция создана слесарем-лекальщиком тов. В. И. Черкашиным. Приспособление В. И. Черкашина представляет собой сочетание крестообразного супорта для координатных перемещений, синусной делительной головки для шлифования дуговых участков профиля и деления окружности на части, и, наконец, синусной линейки для шлифования угловых плоскостей, наклоненных вдоль хода шлифовального круга.

Приспособление состоит из плиты основания 1, на которой покоится на валиках 2 и 5 верхняя плита 3. Перечисленные де-



Фиг. 170. Универсальное приспособление конструкции Черкашина.

тали и шарнир 4 в совокупности представляют собой шарнирную синусную линейку, устанавливаемую на магнитную плиту шлифовального станка. Ролик 5 находится в призматическом подшипнике 6. На верхней плите 3 смонтирован корпус приспособления 12, в центральном отверстии которого при помощи червячной пары, приводимой в движение маховичком 9, может вращаться шпиндель 13. Червячная пара (червяк и шестерня) помещаются в коробке 7.

На заднем конце шпинделя 13 сидит синусный делительный диск 10 с четырьмя делительными роликами 11. Подставка 8, расположенная на верхней плите, служит для установки при делении на ее верхнюю плоскость блоков концевых мер.

На передний конец шпинделя приспособления посажены крестообразные супорты 15 и 17. В том случае, когда процесс

обработки калибров не требует координатных перемещений, супорты могут быть сняты, и на их место поставлено более удобное для данной работы зажимное устройство. Установка супортов на координаты осуществляется ходовыми винтами 16 и 18. Для удобства вращения винтов на их головку надевается хомутик-рукоятка 14. Передвигающаяся на супорте 17 каретка — кронштейн 19 позволяет закреплять на ней обрабатываемые листовые калибры.

Фиг. 170 приводит один из случаев установки калибров в приспособлении. Здесь пакет листовых калибров 21 закреплен винтами и накатанными гайками 20. Калибры могут закрепляться и на плоскости кронштейна К. В последнем случае закрепление изделий производится скобой 22.

В кронштейне имеются конические отверстия d , служащие для установки в них оправки с алмазом, в том случае, когда приспособление используется для профилирования шлифовальных кругов.

Перемещение супортов приспособления производится по блокам концевых мер, помещаемых между установочными площадками супортов М.

В описанном приспособлении могут производиться самые разнообразные работы по профильному шлифованию. С одинаковым успехом в нем шлифуются и листовые калибры, и шлифовые проймы, и призматические профильные резцы или штампы, в которых профиль располагается под углом к опорной плоскости.

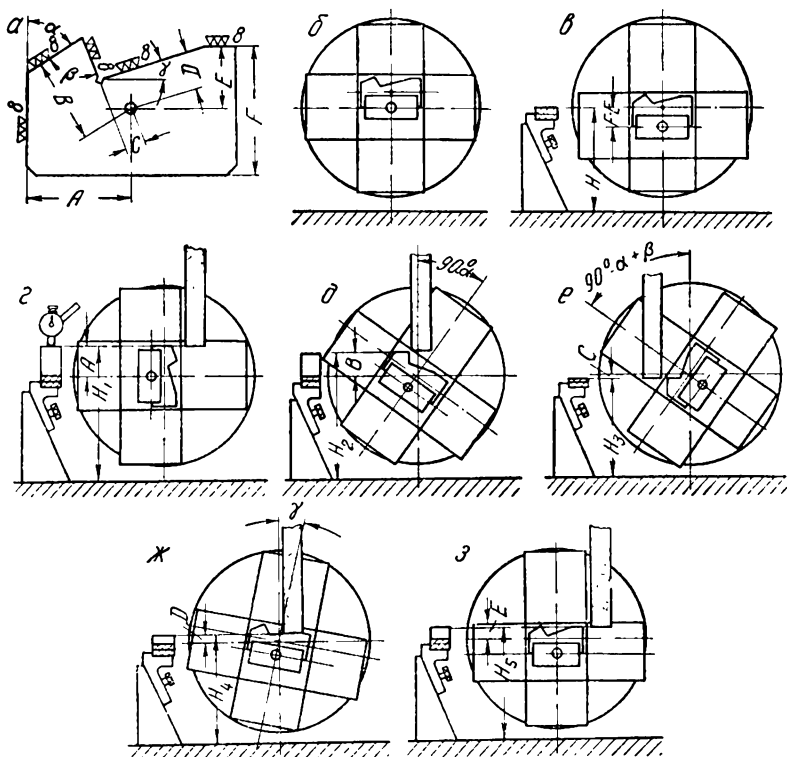
Рассмотрим примеры и некоторые особенности обработки калибров в универсальных приспособлениях.

Для того чтобы точно шлифовать в таких приспособлениях все прямолинейные участки профиля калибра, изображенного на фиг. 171, а, нужно знать расстояния от плоскостей этих участков до какой-либо одной общей точки, которая при шлифовании должна быть совмещена с центром вращения шпинделя приспособления. На фиг. 171, а эти расстояния помечены буквами А, В, С, D и Е. Чтобы получить заданный профиль, после совмещения этой точки с центром вращения, обрабатываемые плоскости каждый раз устанавливаются для шлифования в горизонтальное положение, и после шлифования проверяется расстояние от центра вращения до отшлифованной плоскости. Практически это будут расстояния от магнитной плиты до обрабатываемой плоскости H_1, H_2, H_3, H_4 и H_5 .

Процесс шлифования ведется в следующем порядке. Установив и закрепив в приспособлении калибры (фиг. 171, б), совмещают центр их вращения с центром вращения приспособления (фиг. 171, в). Для этой цели опускают салазки из центрального положения на величину $F - E$ и, повернув супорты на 90° , устанавливают их так, чтобы боковая плоскость калибра была на расстоянии H_1 плюс величина припуска на шлифование от

плоскости магнитной плиты. Из фиг. 171, *г* следует, что высота этой плоскости над магнитной плитой равна сумме высоты центра вращения H , размера A и припуска на шлифование. Установленные таким образом калибры шлифуются до получения размера H_1 .

Для шлифования участка, расположенного под углом α (фиг. 171, *д*), супорты поворачиваются влево на величину угла $90^\circ - \alpha$,



Фиг. 171. Шлифование прямолинейных участков калибров в универсальных приспособлениях.

и шлифование ведется до получения размера H_2 , равного $H+B$. На фиг. 171, *е* изображено шлифование следующего участка профиля. Поскольку этот участок расположен ниже центра вращения, H_3 будет равно разности размеров H и C .

Дальнейшая обработка ясна из фиг. 171, *ж* и *з*.

Как видно из рассмотренного примера, расстояние от обрабатываемой плоскости до магнитной плиты H_1 , представляющее сумму высот регулируемого установа и блока концевых мер, равно:

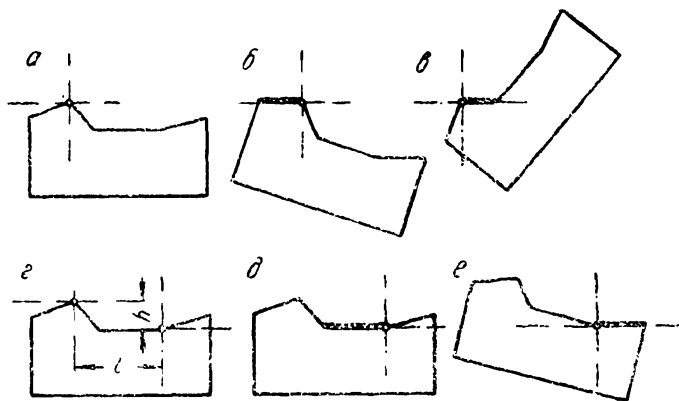
$$H_1 = H \pm A,$$

где H — расстояние от магнитной плиты до оси вращения приспособления;

A — расстояние от оси вращения калибра до соответствующего участка профиля.

В этой формуле знаком плюс пользуются в том случае, если шлифуемая плоскость располагается выше центра вращения приспособления и знаком минус, если она расположена ниже.

Шлифование прямолинейных участков профиля может осуществляться и не от одного центра вращения. В этом случае центрами вращения могут быть любые вершины углов профиля, и переход от одного центра к другому осуществляется перемещением супортов приспособления. На фиг. 172 дана схема шлифования калибра с использованием нескольких центров вращения.



Фиг. 172. Шлифование профиля от различных центров вращения.

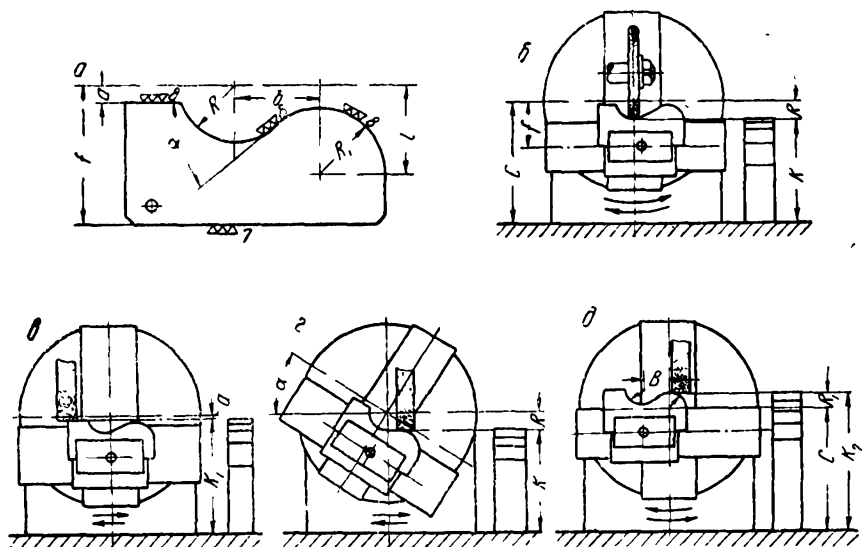
ния. Перед началом шлифования вершина угла, принимаемая за центр вращения, совмещается с центром вращения приспособления с таким расчетом, чтобы после снятия припуска она оказалась в этом центре (фиг. 172, а).

Затем приводятся последовательно в горизонтальное положение и шлифуются обе стороны угла до тех пор, пока они не окажутся на уровне центра вращения приспособления (фиг. 172, б и в). Для перехода на шлифование второй части профиля, представляющей внутренний угол, перемещают супорты на величину l и h (фиг. 172, г) и таким же способом шлифуют ее, как и первую часть профиля (фиг. 172, д и е).

Сравнивая оба способа шлифования, т. е. шлифование от одного или от нескольких центров, следует отметить, что первый способ несколько точнее, так как исключает погрешности, связанные с переходом от одного центра к другому, а второй — значительно проще и производительнее. При нем отпадает необходимость в подборе и подсчете блоков концевых мер для

каждого шлифуемого элемента, так как правильно отшлифованный элемент должен всегда находиться на высоте оси вращения, постоянной при обработке данного калибра.

Шлифование более сложного калибра с профилем, состоящим из двух прямолинейных и двух криволинейных участков, схематически показано на фиг. 173. Обработку начинают с дугового участка, образованного радиусом R (фиг. 173, б). Для этой цели, после установки прибора в начальное положение, один из супортов опускают вниз на величину f . Получив таким образом необходимое положение радиуса R , шлифуют дуговой участок, вра-



Фиг. 173. Пример шлифования в универсальном приспособлении.

щая супорты до тех пор, пока положение этого участка не достигнет размера блока концевых мер K , равного $C - R$. Шлифование ведется кругом, заправленным по радиусу, меньшему чем радиус обрабатываемого профиля. Далее шлифуется горизонтальный участок калибра (фиг. 173, в), для чего, не меняя высоты положения супорта, устанавливают его в горизонтальное положение. Шлифование ведется до получения размера, равного блоку концевых мер K , имеющему размер $C - a$. Затем переходят к шлифованию наклонной прямой, сопряженной с радиусом R . Для этого поворачивают стол по синусному делительному диску или синусной линейке на угол α (фиг. 173, г) и на поперечной подаче, ограничивая перемещение шлифовального круга влево, шлифуют прямолинейный участок до получения размера K , равного $C - R$. Шлифование по размеру R_1 показано на фиг. 173, д. Супорт вновь устанавливается в горизонтальное положение. Вертикальный супорт или кронштейн сме-

щаются влево на размер b , а горизонтальный супорт или каретка опускаются на величину l (фиг. 173, а). Шлифование осуществляется поворотом системы супортов, причем, чтобы избежать врезания шлифовального круга слева, в плоский участок калибра, поворот строго ограничивают углом α , пользуясь синусным делительным диском или линейкой и блоком концевых мер, выбранным для угла α . Шлифование ведется до тех пор, пока шлифуемый размер не окажется равным блоку концевых мер K_2 , размер которого будет равен $C + R_1$. Перемещения системы супортов на размеры a , b , l , R и R_1 производятся по блокам концевых мер.

Обобщение стахановской практики профильного шлифования позволяет установить целый ряд весьма полезных правил и приемов, гарантирующих высокую производительность труда и высокую точность при обработке профильных калибров, а именно:

1. Началу работы должна предшествовать тщательная установка и выверка приспособления на магнитной плите или столе плоскошлифовального станка. Ось его должна быть совершенно параллельной направлению хода станка, как в вертикальной, так и горизонтальной плоскости.

Также следует убедиться с строгим соответствием горизонтального положения роликов синусного делительного диска горизонтальному положению соответствующего супорта приспособления и плоскости, на которую устанавливается изделие.

Нарушение этих условий приводит к погрешностям в обработке профиля калибров.

2. Работа начинается с того, что выбранная ось вращения изделия после закрепления калибра в универсальном приспособлении точно совмещается с осью вращения шпинделя осуществляющего повороты изделия при шлифовании.

3. За ось вращения следует принимать ось (точку), равно удаленную от обрабатываемых участков профиля калибра. Такой точкой может быть вершина угла, образующего профиль или центр вписанной в данный профиль окружности. Осей вращения при обработке данного калибра должно быть по возможности меньше.

При таком выборе осей вращения упрощается процесс шлифования и измерения, сокращается количество подсчетов и составляемых блоков концевых мер, создается возможность без существенных потерь во времени разделять обработку на несколько проходов, обеспечивая более высокую производительность, а в ряде случаев и точность.

4. Наиболее удобна такая последовательность обработки: шлифование прямых участков, имеющих выход для шлифовального круга в обе стороны, затем шлифование криволинейных участков на выход, далее шлифование сопрягаемых с ними прямых участков и, наконец, шлифование остальных участков профиля.

Таким образом, чем более сложен и ограничен процесс обработки того или иного участка, тем позднее подвергается он шлифованию. В связи с этим обработку всегда ведут начиная с вогнутых дуговых участков, а не выпуклых; у сопряженных вогнутых дуг шлифуется раньше дуга меньшего радиуса, тогда как сопряжения выпуклых дуг начинают обрабатывать, начиная с дуги большего радиуса.

5. Шлифование прямолинейных и выпуклых дуговых участков производится кругами прямого профиля, а шлифование вогнутых дуг ведут только профилированным выпуклым шлифовальным кругом. Радиус профилирования такого круга должен быть меньше или, в крайнем случае, равным радиусу шлифуемого участка калибра.

6. Очень важно владеть приемами, обеспечивающими плавность сопряжений дуговых участков с прямыми и дуг с дугами.

Главное условие получения правильного и плавного сопряжения состоит в том, чтобы шлифовальный круг переходил от одного участка к сопрягаемому без задержки, т. е. чтобы над каждой любой точкой профиля он находился одинаковое время. Сопряжение дугового участка с прямой лучше всего производить на непрерывной круговой подаче до упора ролика синусного диска в блок концевых мер с немедленным включением поперечной подачи круга для шлифования по прямой.

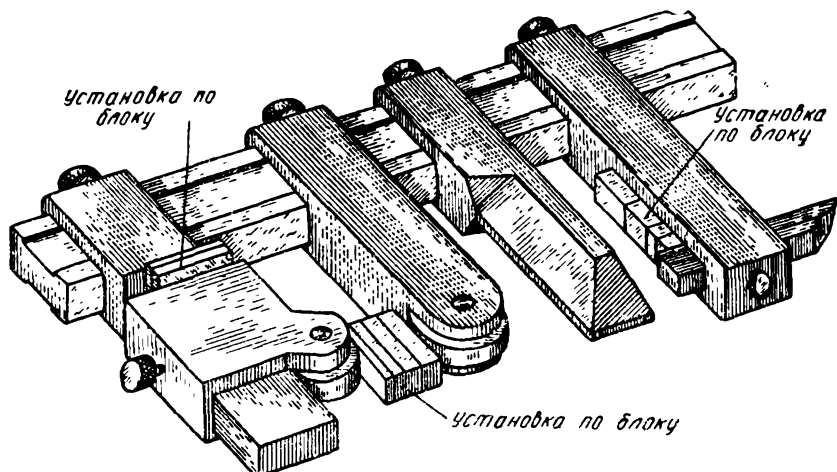
7. Высокая производительность при шлифовании обеспечивается разделением процесса на предварительную и окончательную обработку. При первой — подача производится путем грубых поворотов изделия за каждый ход стола на $3-6^\circ$; при второй — круг устанавливается на глубину припуска, и изделие шлифуется на малой угловой подаче $10-15'$ на каждый ход стола. Работа в универсальных приспособлениях обеспечивает высокую точность шлифования: размеры между плоскостями могут быть выполнены с точностью $0,010-0,015$ мм, углы — от 10 до $30''$, точность шлифованной поверхности $0,003-0,005$ мм. Если калибр требуется выполнить точнее, его подвергают последующей доводке.

8. КОНТРОЛЬ ПРОФИЛЕЙ КАЛИБРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫМИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯМИ

Описанные выше конструкции универсальных приспособлений для профильного шлифования могут быть с успехом использованы и для проверки сложных профилей калибров. Подвергаемый проверке калибр закрепляется в приспособлении, а затем при помощи механизмов поворота и перемещения меняют положение элементов его профиля таким же способом, как и при шлифовании, устанавливая их отклонения от нужного положения при помощи индикатора. Такой метод контроля имеет определенные преимущества по сравнению с контролем другими способами.

Существует много конструкций и универсальных приспособлений, изготавливаемых исключительно для контроля профилей калибров. Они удобны в эксплуатации и требуют немного времени для измерения отдельных элементов профиля. Одно из таких приспособлений показано на фиг. 174. Различные движки, посаженные на точную линейку, могут передвигаться и закрепляться на ней при помощи стопорных винтов в любом положении.

Расстояния между осями роликов и рабочей гранью линейки либо выполняются строго одинаковыми у пары движков, либо один из движков может менять высоту роликов от линей-



Фиг. 174. Универсальное приспособление для контроля профиля калибров.

ки при помощи блоков концевых мер. Роликовые движки устанавливаются на заданном расстоянии друг от друга и от торцевых граней других движков по блокам концевых мер, как показано на фигуре.

Такими приспособлениями можно измерять угловые и дуговые профили, определять расстояния между гранями калибров, расположенными под углами друг к другу, величину и расположение центров дуг и т. д.

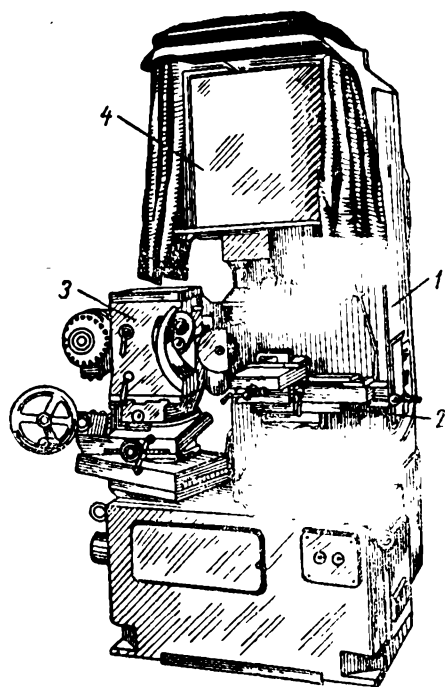
Такие конструкции контрольных приспособлений позволяют отказаться от целого ряда выработок.

9. ШЛИФОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ НА ОПТИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Шлифование профиля калибров возможно не только на плоскошлифовальных станках. Для этой цели находят широкое применение специальные оптические профилешлифовальные станки.

Оптические профишлифовальные станки позволяют производить точную обработку небольших, но сложных профилей калибров с осуществлением непрерывного и непосредственного контроля за ходом шлифования при помощи проекционного устройства или микроскопа.

Одна из наиболее совершенных конструкций оптических профишлифовальных станков приведена на фиг. 175. Это оптический профишлифовальный станок (модель 375). Он состоит из станины 1, соединяющей в себе основные узлы станка, к которым относятся координатный стол 2, шлифовальная головка 3 и проектор 4.



Фиг. 175. Оптический профишлифовальный станок.

Координатный стол 2 позволяет устанавливать и закреплять на нем изделия в различных приспособлениях или непосредственно на столе прихватами.

Закрепленное на этом столе изделие при помощи крестообразного супорта может перемещаться на точные расстояния в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Этими движениями осуществляется подвод профиля изделия к центру объектива проектора и установка его по отношению к линиям чертежа на экране проектора.

Координатный стол может перемещаться в поперечном направлении на

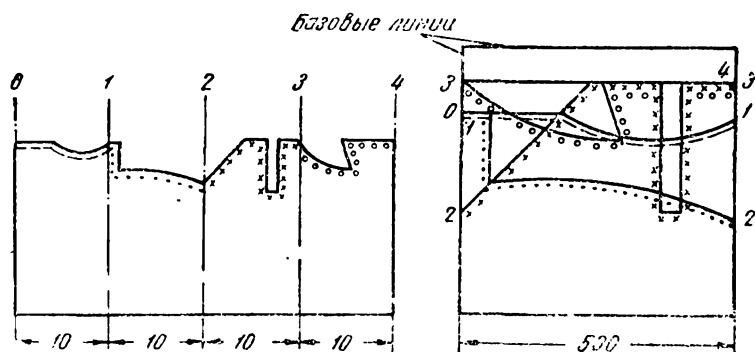
60 мм, в продольном — на 150 мм и в вертикальном — на 100 мм.

Шлифовальная головка 3 производит все рабочие движения и установочные перемещения шлифовального круга: осуществляет рабочее вращение шлифовального круга, его возвратно-поступательную подачу, позволяет регулировать величину этой подачи, устанавливать шлифовальный круг по высоте по отношению к плоскости координатного стола, изменять под различными углами направление возвратно-поступательного движения шлифовального круга и изменять положение оси вращения шлифовального круга по отношению к изделию в горизонтальной плоскости.

Проектор 4 служит для передачи увеличенного изображения контура обрабатываемого калибра на экран станка и, таким образом, дает возможность наблюдать во время работы за процессом шлифования и образованием профиля изделия в увеличенном виде.

Экран проектора представляет собой два стекла, между которыми помещается увеличенный в 50 раз профиль изделия, вычерченный на кальке. Процесс шлифования ведется до тех пор, пока теневое изображение изделия, передаваемое на экран, не сольется с изображением профиля на кальке.

Оптический профишлифовальный станок позволяет обрабатывать профили изделий без перемещения координатного стола размерами 10×10 . В том случае, если в процессе шли-



Фиг. 176. Построение совмещенного чертежа.

фования отдельные участки профиля обрабатываются с использованием перемещений координатного стола станка, размеры обрабатываемых профилей могут достигать до 150×60 мм.

Оптический профишлифовальный станок имеет приспособление для шлифования профиля круглых изделий, позволяющее шлифовать на станке ролики для профилирования шлифовальных кругов, дисковые профильные резцы и другие изделия.

Станок обеспечивает высокую точность обработки. Поэтому допуски, оставляемые на доводку обрабатываемых на этом станке сложных профилей, не превышают $0,015$ — $0,025$ мм. Точность обработки на профишлифовальном станке зависит от точности выполнения увеличенного изображения профиля на кальке и от искусства рабочего в управлении перемещениями шлифовальной головки станка.

Вычерчивание профиля производится на кальке с таким расчетом, чтобы полезная площадь чертежа равнялась 500×500 мм. Масштаб профиля применяется равным $50 : 1$. В том случае, если на такой площади не удастся разместить всего профиля, прибегают к вычерчиванию совмещенного чертежа (фиг. 176).

Для этой цели профиль делится на участки определенных размеров и при его шлифовании переход от одного участка к другому осуществляется перемещениями изделия на соответствующие размеры при помощи координатного стола.

Для шлифования профильных закаленных калибров применяются мелкозернистые шлифовальные круги преимущественно из белого электрокорунда. Предварительное шлифование ведется кругами ЭБ 80÷120 СМ1—СМ2 на керамической связке, чистовое шлифование — ЭБ 120÷180 СМ2 — С1. При окончательном шлифовании профилей без доводки применяются шлифовальные круги на вулканитовой связке ЭБ 80 ÷100 С—СТ.

Применение оптических профилешлифовальных станков в производстве калибров позволяет механизировать обработку профилей малых размеров, сократить расходы на изготовление инструмента второго порядка, и удешевить стоимость калибров.

Работа на профилешлифовальных станках требует высокой квалификации специально обученных для этой цели шлифовщиков-лекальщиков.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Каково значение механизации лекальных работ?
2. В чем состоит механизация лекальных работ при изготовлении незакаленных калибров?
3. Как осуществляется лекальное шлифование?
4. Опишите приспособления, применяемые при шлифовании прямолинейных участков профиля.
5. Как определить размер блока концевых мер при шлифовании в лекальных тисках на магнитной призме?
6. Как осуществить поворот синусной линейки на угол $15^{\circ} 10'$, $21^{\circ} 40'$, $43^{\circ} 20'$?
7. Определите величину блока концевых мер при шлифовании на поворотной магнитной плите, если требуется повернуть плоскость плиты на $30^{\circ} 15'$ и высота $H = 150$ мм.
8. Как устроены приспособления для профилирования кругов по дуге?
9. Определите величину блока концевых мер, для получения радиуса 7, 15, 25 для вогнутого и выпуклого профиля.
10. Какими способами производится точное деление окружности на части?
11. Расскажите по фиг. 167 и 168 устройство и работу универсального приспособления для профилирования?
12. Как устроено универсальное приспособление для координатного шлифования конструкции Адрианова?
13. Как устроено приспособление конструкции Черкашина?
14. Пользуясь фиг. 171 и 172, опишите процесс шлифования в универсальных приспособлениях. Укажите на преимущества и недостатки этих двух способов.
15. Каковы порядок и правила работы при шлифовании на координатных приспособлениях?
16. Как осуществляется контроль элементов профиля при помощи универсальных приспособлений?
17. Расскажите, как ведется работа на оптических профилешлифовальных

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Измерительные инструменты очень дорогие изделия и на их изготовление затрачивается много времени. Поэтому при их изготовлении необходимо добиваться такого качества, чтобы они быстро не изнашивались и не теряли своих размеров. Износ измерительных инструментов зависит от их материала, материала изделия, которое контролируется этим инструментом, качества и характера термической обработки измерительных поверхностей и качества их отделки.

Увеличения стойкости или долговечности инструмента добиваются путем термической обработки его рабочих частей (закалки и отпуска), а также путем устранения самопроизвольного изменения формы и размеров изготовленного калибра с течением времени.

Чтобы повысить устойчивость против износа и химическую устойчивость инструмента (устойчивость против коррозии), при его изготовлении заменяют углеродистые стали легированными; применяют особые виды термико-химической обработки, повышающие стойкость рабочих поверхностей (азотирование, цианирование); производят покрытие измерительных поверхностей хромом при помощи электролиза (хромирование); покрывают рабочие поверхности инструмента твердыми сплавами; для увеличения химической стойкости применяют противокоррозийные смазки.

Правильно термически обработанный измерительный инструмент дольше сохраняет свои размеры и геометрическую форму; закаленным калибром производят больше измерений, чем калибром, изготовленным из незакаленного материала; рабочие поверхности калибра, покрытые тонким слоем хрома, лучше сопротивляются износу.

2. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Термической обработкой называется тепловая обработка металла в твердом состоянии, при которой под влиянием определенной температуры нагрева и скорости охлаждения металл изменяет свои свойства.

Термическая обработка измерительного инструмента должна обеспечить нужную твердость инструмента и сделать его устойчивым против истирания, вмятин и царапин, предохранить его от деформации после термической обработки и обеспечить постоянство его размеров при эксплуатации.

Различают четыре основных вида термической обработки стали: отжиг, нормализацию, закалку и отпуск.

Отжиг стали заключается в том, что изделие сначала нагревают до определенной температуры, выдерживают при этой температуре и затем медленно вместе с печью, в которой производится отжиг, охлаждают. Отжиг служит для того, чтобы понизить твердость и повысить вязкость металла, уменьшить внутренние напряжения, вызванные предыдущей обработкой и, наконец, уменьшить коробление инструмента при закалке.

Нормализация стали состоит в нагреве изделия до определенной температуры, выдержке его при этой температуре и медленном охлаждении на воздухе. Нормализация необходима для повышения прочности и вязкости, а также уменьшения поводов инструмента при закалке.

Иногда нормализацию заменяют закалкой. В этом случае сначала изделие нагревают до температуры 900°C и охлаждают в масле, и затем его подвергают медленному нагреву до температуры 721° и медленному охлаждению. Такая закалка называется предварительной закалкой.

Для закалки изделие сначала нагревают до высокой температуры ($750\text{—}850^{\circ}$), выдерживают при этой температуре и очень быстро охлаждают в воде или масле. Закалка применяется для того, чтобы повысить твердость и прочность металла.

Отпуск стали состоит во вторичном нагреве изделия после закалки до более низких температур ($200\text{—}400^{\circ}$), продолжительной выдержке при этих температурах и медленном охлаждении. Отпуск применяется для уменьшения слишком высокой твердости и хрупкости металла после закалки.

Закаленные калибры выдерживают большее число измерений по сравнению с калибрами, изготовленными из незакаленного материала. Это объясняется тем, что поверхности калибров, изготовленных из незакаленных материалов, легче портятся от случайных ударов, неровностей и острых кромок поверхностей изделия, от попадания посторонних твердых частиц между поверхностями изделия и измерительного инструмента.

При закалке объем изделия увеличивается, причем изделие расширяется в направлении, перпендикулярном его наибольшим размерам, и укорачивается в других направлениях. Чем выше температура нагрева и чем больше в стали содержится углерода, тем значительно больше изменяется объем закаливаемого изделия. Наибольшее изменение объема стали происходит к концу процесса охлаждения, т. е. при температуре $200\text{—}400^{\circ}$. Вследствие увеличения объема изделия при закалке в нем возникают внутрен-

ние напряжения, а иногда и изменения его формы, т. е. деформации.

В табл. 19 приведены температуры нагрева и скорости охлаждения при закалке углеродистых сталей.

Таблица 19

Температуры нагрева и скорости охлаждения при закалке углеродистых сталей

Содержание углерода в ‰	Практическая температура закалки в °C	Скорость охлаждения в °C в сек.
0,2	840—860	80—300
0,4	785—810	50—250
0,6	770—795	50—250
0,8	760—785	30—160
0,9	750—775	30—160
1,0	750—775	50—250
1,2	750—775	50—250

Температура нагрева при закалке легированных сталей, например хромовых, хромомарганцевых, выше, чем температура нагрева при закалке углеродистых сталей. Легированные стали вследствие их плохой теплопроводности нагревают медленно, так как при их быстром нагревании могут образоваться трещины. По этим же причинам закалку таких сталей следует производить в масле.

Для изготовления измерительных инструментов особенно рекомендуется применять малодеформирующуюся сталь ХГ.

Рекомендуется также применять стали X и X12. Часто применяемая сталь ХВГ имеет тот недостаток, что трудно шлифуется и доводится.

3. ЦЕМЕНТАЦИЯ

Измерительные инструменты должны хорошо сопротивляться истиранию, быть нехрупкими и износоустойчивыми. Как добиться того, чтобы инструмент был одновременно нехрупким и износоустойчивым? Делается это так: инструмент изготавливают из малоуглеродистой стали, затем подвергают цементации, т. е. искусственно повышают содержание углерода в поверхностном слое инструмента и дополнительно закаляют его.

При цементации стальное изделие помещают в ящик и пересыпают специальным веществом, содержащим углерод, например, древесным углем. Затем ящик нагревается в печи при температуре 920—940°.

После цементации изделие состоит как бы из двух сталей: внутри очень вязкая и мягкая низкоуглеродистая сталь, а снаружи твердая высокоуглеродистая сталь, которая хорошо сопротивляется истиранию.

Закалка после цементации повышает твердость и износостойчивость поверхностных слоев металла, так как они теперь состоят из высокоуглеродистой стали, внутренняя же часть изделия, состоящая из низкоуглеродистой стали, закалики не принимает.

4. КОНТРОЛЬ ЗАКАЛКИ ИНСТРУМЕНТА

После термической обработки инструмент подвергается проверке, причем главное внимание обращается на его твердость. Чаще всего твердость проверяется на приборе Роквелла или же тарированным напильником.

Испытание на приборе можно производить только на плоских и горизонтальных поверхностях. Поверхности должны быть предварительно зачищенными. Обычно твердость закаленных инструментов лежит в пределах от 45 до 65 единиц Роквелла (шкала С).

Однако не у всех инструментов можно проверить твердость на приборе Роквелла. В этом случае удобно производить проверку при помощи тарированного напильника.

Тарированными называются напильники, твердость которых точно установлена по образцам твердости. Например, если напильник царапает образец, имеющий твердость 60 единиц Роквелла (шкала С) и скользит по образцу, имеющему твердость 62 единицы Роквелла (шкала С), то его маркируют твердостью 61 единицы Роквелла (61 R_c), и напильник считается тарированным на эту твердость.

Если напильник, тарированный на твердость 61, берет металл инструмента, а тарированный на твердость 59 скользит по его поверхности, то последняя имеет твердость 60 единиц Роквелла по шкале С, т. е. 60 R_c .

При слишком высокой твердости инструменту необходимо дать дополнительный отпуск, при низкой твердости надо отжечь его и вновь закалить и отпустить.

Кроме определения твердости, инструмент проверяется на отсутствие трещин. Трещины представляют собой неисправимый вид брака при закалке и появляются в результате слишком быстрого нагрева инструмента или слишком быстрого охлаждения его при закалке.

5. БОРЬБА С САМОПРОИЗВОЛЬНЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ РАЗМЕРОВ ИНСТРУМЕНТА

Было замечено, что если закаленные измерительные инструменты долго лежат на складе, то с течением времени они меняют свои размеры. В большинстве случаев изменения размеров сводятся к тому, что калибры-пробки уменьшаются в объеме, а профильные калибры и скобы изменяют размеры самым различным образом.

Так, при наблюдении за закаленным изделием из углеродистой стали длиной 100 мм было обнаружено, что его длина

уменьшилась на 0,001 мм за неделю, на 0,002 мм за месяц и около 0,008 мм за год. Изменение размеров шло в течение продолжительного времени, а затем прекратилось потому, что за это время исчезли внутренние напряжения, возникшие при механической обработке и при закалке инструмента.

Такой процесс самопроизвольного устранения внутренних напряжений в изделии, происходящий в течение очень длительного времени, без какого-либо вмешательства в этот процесс со стороны человека, называется естественным старением. Процесс старения может быть ускорен искусственно. Так, если после закалки выдержать изделие при температуре 120—160° в течение 16—48 часов и более, то за это время произойдет изменение размеров изделия и уже при дальнейшем хранении на складе этих изменений почти не происходит. Такой термический процесс устранения внутренних напряжений в изделии называется искусственным старением. При искусственном старении происходит увеличение твердости изделия. Сложные калибры подвергают старению дважды: после закалки и после окончательной механической обработки.

Искусственное старение положительно влияет на дальнейшую обработку инструмента, помогая избежать возникновения поверхностных трещин при шлифовании.

Перед тем, как сдать калибры на длительное хранение, за ними наблюдают в течение семи-десяти дней и после этого подвергают окончательной проверке. Такая операция называется контрольной вылежкой и служит для того, чтобы проверить качество искусственного старения измерительных инструментов.

Для увеличения износоупорности инструмента и сохранения его размеров в течение длительного времени большое значение имеет качество стали. Добавка к стали некоторых химических элементов повышает ее качество и создает свойства, нужные для долгой службы инструмента. Добавление хрома, вольфрама, молибдена и марганца повышает ее твердость; добавление хрома, марганца и никеля увеличивает сопротивление стали истиранию; добавление хрома, вольфрама, молибдена, марганца и ванадия способствует самозакаливанию и увеличивает глубину закалки, добавление хрома и никеля повышает химическую устойчивость стали.

6. АЗОТИРОВАНИЕ (НИТРИРОВАНИЕ)

Если стальное изделие нагревать в атмосфере азота, образующейся при разложении аммиака, при температуре 500—600° в течение продолжительного времени (от 10 до 90 час.), то после медленного остывания с печью поверхность изделия будет иметь очень высокую твердость (от 64 до 70 единиц Роквелла по шкале С).

Этот процесс обработки называется азотированием.

Азотирование не требует последующей термической обработ-

ки и после него изделия простой формы не изменяют размеров и не деформируются. Это важное свойство азотирования дает возможность применять его при изготовлении калибров. Высокая твердость азотированного инструмента значительно увеличивает его сроки службы по сравнению с калибрами, подвергавшимися обыкновенной закалке. Наиболее подходящими для азотирования являются стали, содержащие в себе добавки алюминия (сталь 35ХЮА).

7. ХРОМИРОВАНИЕ

Хромирование производится для того, чтобы увеличить стойкость измерительного инструмента или восстановить размеры изношенных поверхностей инструмента.

Хромирование, при котором поверхность, покрытую слоем хрома, больше не обрабатывают, называется размерным хромированием. Хромирование, при котором она подвергается шлифованию или доводке, называют неразмernым хромированием.

Хромирование производят электролитическим путем. Электролизом называется процесс разложения растворов кислот, солей и щелочей при помощи электрического тока. Растворы, разлагаемые электрическим током, называются электролитами, а металлические или угольные пластины, через которые проходит электрический ток — электродами. Один электрод считается отрицательным, другой — положительным. Если в сосуд с электролитом, например с раствором хромового ангидрида и серной кислоты, поместить на определенном расстоянии друг от друга два электрода, то на отрицательном электроде (хромируемое изделие) будет выделяться хром.

Толщина слоя хрома, получаемого на поверхности изделия, зависит от продолжительности хромирования и силы тока. У готовых калибров она не должна превышать 0,03—0,05 мм.

Калибры, идущие на неразмernое хромирование, могут иметь только шлифованную поверхность; калибры, идущие на размерное хромирование, должны иметь доведенную поверхность.

Обработка высокоизносоустойчивой хромированной поверхности представляет значительные трудности. Шлифование хромированных калибров производится мягкими абразивными кругами, при подаче изделия не более 6—8 м/мин.

Доводка хромированных калибров производится чугунными притирами с применением в качестве абразивно-доводочного материала зеленого карбида кремния или карбида бора.

8. ОСНАЩЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТВЕРДЫМИ СПЛАВАМИ

Иногда для покрытия измерительных поверхностей применяют твердый сплав сормайт, изготавливаемый в виде стержней.

Наплавка сормайтом производится при помощи ацетиленокислородного пламени.

По причине недостаточного повышения износоустойчивости, но резкого роста трудоемкости последующей обработки, наплавка измерительных инструментов твердыми сплавами распространения не получила.

Чаше на рабочую поверхность измерительного инструмента вместо наплавки припаиваются пластинки твердого сплава ВКЗ или Т15К6, применяемые при изготовлении режущего инструмента. Припайка производится медью.

Для шлифования поверхностей, оснащенных твердыми сплавами, применяются шлифовальные круги, изготовленные преимущественно из зеленого или черного карбида кремния. Для их окончательной доводки пользуются в качестве доводочного материала микрошлифпорошками карбида бора М7—М14 или алмазной пылью.

9. ПРЕДОХРАНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА ОТ КОРРОЗИИ

Если инструмент заражен коррозией, то никакая смазка не уничтожит появившуюся ржавчину. Смазку применяют только для того, чтобы защищать поверхность металла от появления коррозии. Поэтому смазки, употребляемые для покрытия поверхностей измерительных инструментов, должны быть проверены на коррозионность, т. е. сами не должны давать ржавчины.

На устойчивость поверхности инструмента против коррозии влияет прежде всего то, как обработана поверхность и из какой стали изготовлен инструмент. Например, доведенные поверхности лучше противостоят коррозии, чем шлифованные; хромистая сталь более устойчива против коррозии, чем углеродистая. Применение защитных покрытий (например, хромирование) также повышает устойчивость против коррозии.

Борьбу с коррозией надо начинать с момента изготовления инструмента. Существуют механические операции, во время которых на деталь действуют вещества, вызывающие коррозию. Например, мокрое шлифование (коррозию вызывает охлаждающая жидкость), ручная доводка (коррозию вызывает пот рук рабочего), гравирование (коррозию вызывают остатки кислот).

Поэтому после механических операций детали обязательно просушивают в сушильном шкафу или протирают сухими, чистыми тряпками, а после ручных операций детали погружают в эмульсию и затем протирают досуха.

Если при изготовлении инструмента применяют, например, сульфокрезол (осерненное масло) или рыбий жир, то необходимо сразу же после обработки тщательно промыть детали в авиационном бензине и насухо протереть полотенцем.

Иногда при изготовлении инструмент подвергают травлению или паянию. Так как кислоты, употребляемые для травления, вызывают коррозию, то инструменты нельзя долго держать в комнате, где производят травление. Готовые инструменты подвергают

ются обезжириванию в авиабензине и смазываются. Перед обезжириванием следует удалить следы пота.

Смазка производится проверенным на коррозию пушечным салом или смазкой КРИН, составленной из 75% трансформаторного масла и 25% воска.

Инструмент погружают в нагретую до температуры 70—80° смазку или пушечное сало и выдерживают там в течение 3—5 мин. Толщина отложившегося на инструменте слоя должна быть не меньше 1 мм. Смазанные таким образом инструменты завертываются в парафинированную бумагу, а затем в оберточную. В таком виде они помещаются на стеллажи для хранения.

Периодически инструмент проверяется на отсутствие коррозии. Первая проверка производится через полмесяца, затем через один месяц и, если коррозия не появляется, сроки проверки увеличиваются до двух месяцев.

Концевые меры длины и другие измерительные инструменты с тонко доведенными поверхностями покрываются смазкой В, состоящей из 80% пушечного сала и 20% воска.

Способ нанесения тот же, что и для смазки КРИН. Температура наносимой смазки 60—70°.

Для успешного хранения инструмента в помещении склада температура воздуха не должна выходить за пределы 18—25°, относительная влажность не превышать 60—65% и не должно допускаться проникновение паров кислот.

ГЛАВА XI

РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

1. НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИНСТРУМЕНТОМ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

От качества, точности и исправности измерительного инструмента зависит качество продукции завода.

Если неправильный или изношенный измерительный инструмент случайно попадет к рабочему или контролеру отдела технического контроля, то рабочий и контролер могут пропустить много негодных деталей. Поэтому в процессе эксплуатации измерительного инструмента за его состоянием организуется постоянное наблюдение со стороны органов технического контроля и все измерительные инструменты проходят периодические проверки и проверки при каждом возврате их в инструментальную кладовую. Периодические проверки проводятся по графикам, через строго определенные промежутки времени, причем проверяется весь инструмент как хранящийся в кладовой, так и находящийся на руках у рабочего. Проверки при возвратах производятся после каждой сдачи инструмента в кладовую, независимо от продолжительности пользования этим инструментом.

Основным документом, удостоверяющим годность инструмента для работы, служит его аттестат. Аттестаты бывают различных форм в зависимости от вида инструмента, но все они включают в себя следующие данные: наименование и характеристику инструмента, его индивидуальный номер, перечень подвергающихся контролю размеров и их фактическое значение, дату и подпись проверявшего инструмент контролера, заключение о годности инструмента и дату следующей проверки. Аттестат должен находиться вместе с инструментом в его футляре или в картотеке инструментально-раздаточной кладовой, позволяющей путем выбора из нее просроченных аттестатов, потребовать этот инструмент от кладовщика или рабочего для передачи его в органы технического контроля.

Если инструмент после проверки признается годным, то это указывается в аттестате. При его неисправности в аттестате делается пометка о том, что инструментом работать нельзя, и на него выписывается так называемая карта дефектов.

В карте дефектов подробно перечисляются все неисправности инструмента и вместе с этой картой его передают в ремонт. Ат-

тестат остается в отделе технического контроля до тех пор, пока инструмент не возвратится из ремонта.

Если инструмент окончательно вышел из строя, его аттестат погашается и составляют акт на списание этого инструмента. В акте, кроме необходимой характеристики, его инвентарного номера, причины списания и виновника приведения инструмента в негодность, указывается путь дальнейшего использования инструмента: восстановление, переделка инструмента на другие размеры или передача его для использования в качестве шихты.

В соответствии с этим списанный инструмент либо передают в шихту, либо восстанавливают в инструментально-ремонтном цехе, либо с него снимают годные детали и используют их при ремонте и восстановлении других видов инструмента, а негодную часть также сдают в шихту.

2. НЕИСПРАВНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

При измерении изделий каким-либо инструментом иногда получают неточные результаты. Неточность результатов измерения зависит от многих причин и, в первую очередь, от неисправности инструмента. Рассмотрим причины возникновения отдельных ошибок при неисправностях измерительного инструмента.

Ошибки при проверке изделий лекальными линейками и угольниками возникают при неправильном рабочем угле угольника, при неровности измерительных плоскостей, непараллельности сторон, наличии забоин и повреждений на измерительных плоскостях.

Ошибки при измерении штангенциркулем и подобными инструментами происходят при неправильностях в делениях нониуса и штанги, кривизне направляющего ребра штанги, качке и перекосе рамки штангенциркуля, непараллельности измерительных поверхностей и повреждении их, износе основания и других формах износа этого инструмента.

Ошибки при пользовании микрометрами и другими микрометрическими инструментами могут появиться при износе или повреждении измерительных плоскостей, износе резьбы микрометрического винта и неисправности стопорного приспособления.

Если у индикатора погнут или забит измерительный штифт, погнуты или поломаны оси шестерен, зубья шестерен, поломаны стрелки, загрязнен механизм, то индикатор дает неправильные показания.

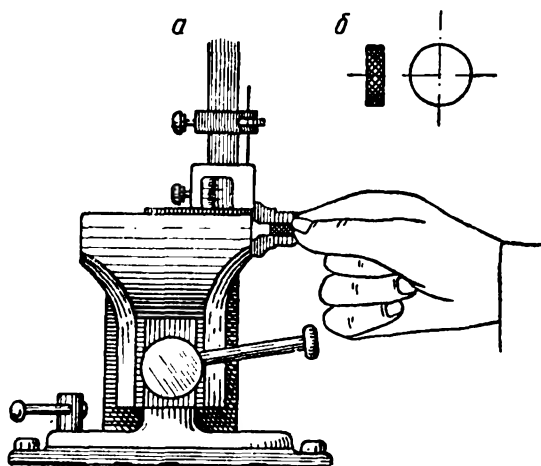
3. РЕМОНТ ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТОВ

Основными дефектами штангенинструмента, которые могут быть устранены при ремонте, являются ошибки в делениях нониуса, кривизна направляющего ребра штанги, качка и перекос рамки, непараллельность измерительных поверхностей, их повреждение, износ основания и др.

Проверку правильности ребер штанги и измерительных плоскостей губок производят с помощью блоков концевых мер, зажи-

маемых между измерительными плоскостями при передвижении рамки через каждые 10 мм длины штанги. В любом положении рамки на штанге сила нажима измерительных плоскостей на блок должна быть одинаковой на всей плоскости меры. Если касание измерительных плоскостей с каким-либо блоком у острых и тупых губок различно в различных положениях рамки, это означает, что искривлена штанга. Если при любых положениях рамки раствор острых губок меньше раствора тупых или наоборот, то неисправны губки штангенциркуля.

Чтобы исправить штангу, ее рабочее ребро проверяют на краску на проверочной плите, и выпуклости убирают личным напильником или доводкой. Затем второе ребро штанги делают



Фиг. 177. Доводка губок штангенциркуля.

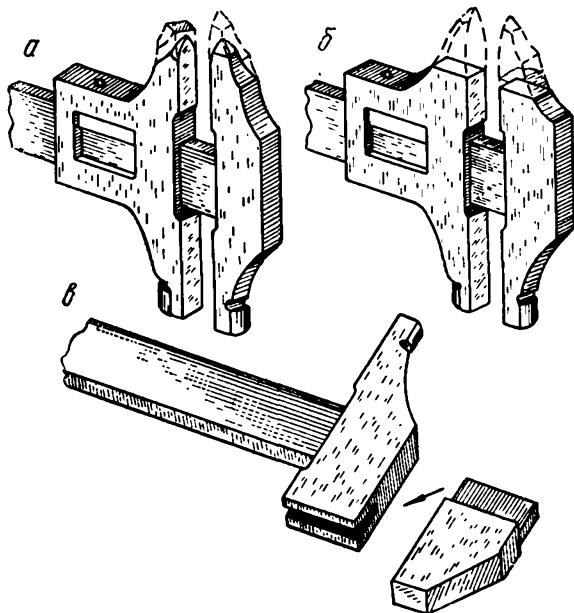
строго параллельным рабочему ребру также при помощи напильника или доводки. После этого производят доводку измерительных плоскостей губок.

Для их доводки штангенциркуль закрепляют в тисках со свинцовыми губками (фиг. 177, а). Доводку производят чугуном-притиром (фиг. 177, б). Притир зажимается между губками, для чего рамку подводят вплотную к притиру и закрепляют микрометрическую подачу рамки. Притир должен без особых усилий передвигаться вперед и назад между губками.

Перекус губок установить нетрудно. Для этого достаточно зажать между губками блок концевых мер и если одна из сторон блока отойдет от одной из боковых сторон губок, то перекус установлен. Перекус рабочих плоскостей губок по отношению к штанге исправляют при помощи шлифования на плоскошлифовальном станке. После шлифования производят доводку грубой пастой ГОИ одновременно острых и тупых губок и полирование их стеклянными притирами с тонкой пастой. Доводка губок счи-

тается законченной, если притир проходит с одинаковым усилием в обоих концах.

После доводки губок проверяют совпадение нулевого деления штанги с нулевым делением нониуса. Для этого губки плотно сдвигают и зажимают подвижную рамку штангенциркуля. Убедившись, что между губками нет просвета, освобождают винты, скрепляющие рамку с нониусом. Затем передвигают рамку с нониусом в ту или другую сторону с таким расчетом, чтобы первое и последнее деление нониуса точно совпало с первым и другим соответствующим делением штанги. Также обращают внимание на

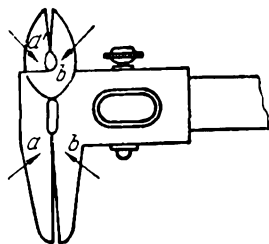


Фиг. 178. Ремонт и восстановление губок штангенциркуля.

то, чтобы вторые и третьи риски от начала нониуса были расположены одинаково со вторыми и третьими рисками от конца нониуса по отношению к соответствующим рискам на штанге. После этого закрепляют винты и, проверив еще раз совпадение делений, установку нониуса считают законченной. В том случае, если при установке нониуса не удастся его переместить за счет зазора в отверстиях для винтов, отверстия подвергаются расширению при помощи надфиля.

Очень часто происходит поломка губок штангенциркуля. При исправлении этого дефекта принимают одно из трех решений, изображенных на фиг. 178: укорачивают длину губок (фиг. 178, а), удаляют одну пару губок (фиг. 178, б) или делают вырез для вставки новой губки (фиг. 178, в). Иногда взамен сломанной губки приваривается новая.

Исправление дефектов у штангенциркулей облегченного типа производят, главным образом, рихтованием с последующей доводкой измерительных плоскостей. Так, если уже при износе рабочих поверхностей губок нулевой штрих нониуса не совпадает с нулевым штрихом штанги, то после доводки измерительных плоскостей эта ошибка будет еще больше. Поэтому ее исправляют рихтованием. Неподвижную губку кладут на закаленный брусок, укрепленный в тиски, и ударяют по ней в месте *a* (фиг. 179) для того, чтобы ее носик подался вниз. Удары производят с обеих сторон штангенциркуля. То же проделывают и с губкой подвижной рамки, ударяя по ней в месте *b*. Острые концы губок рихтуются в местах *a* и *b*.



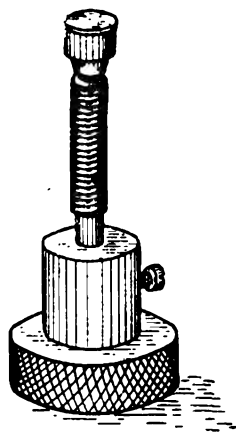
Фиг. 179. Ремонт штангенциркуля облегченного типа (стрелки показывают места ударов при рихтовании).

После рихтования спиливаются и доводятся измерительные плоскости до совпадения делений штанги и нониуса, а в заключение зачищаются заборонны и полируются все плоскости мелкой шкуркой.

Исправление основания штангенрейсмаса производят притиркой на притирочной плите при помощи шлифовальных порошков.

4. РЕМОНТ МИКРОМЕТРОВ

При ремонте микрометров подлежат устранению дефекты измерительных поверхностей, износ резьбы микрометрического винта и гайки, неисправность стопорного приспособления, неисправность мерок, прилагаемых к микрометру, и другие дефекты.



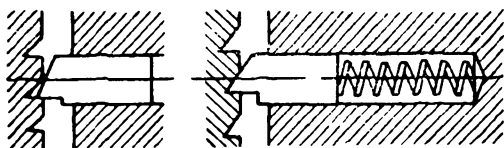
Фиг. 180. Доводка плоскости микровинта.

Непараллельность измерительных плоскостей микрометра, образовавшуюся вследствие износа, исправляют доводкой. Доводка микрометров осуществляется набором чугунных и стеклянных притиров, состоящих из трех-четырех штук. Применяют преимущественно притиры круглой или квадратной формы. Притиры отличаются друг от друга по толщине на 0,12 мм (для комплекта из четырех штук) или на 0,17 мм (для комплекта из трех штук).

Перед ремонтом измерительные поверхности микрометра тщательно промываются, и регулируется плавность хода микрометрического винта. Непараллельность измерительных поверхностей шпинделя и пятки устраняется доводкой измерительной поверхности пятки, причем шаржируется только одна сторона притира, а другая для скольжения омазывается стеарином или парафином.

При доводке шпиндель закрепляется намертво стопором. Если же исправляемая поверхность перпендикулярна оси шпинделя, то ее доводят в специальном доводочном приспособлении (фиг. 180). Это приспособление охватывает шпиндель по диаметру и создает дополнительное направление при доводке. Исправляемая измерительная поверхность шпинделя должна выступать на $0,005\text{ мм}$ от направляющей плоскости приспособления.

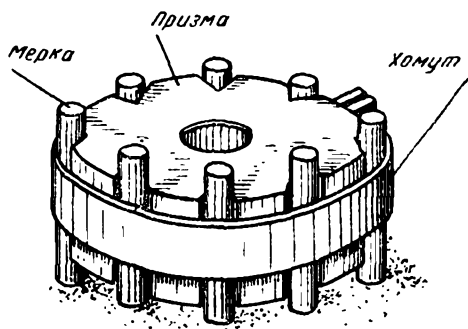
При доводке скобу микрометра укрепляют в тиски. Притир слегка зажимается между измерительными поверхностями и ему



Фиг. 181. Регулирование давления трещотки микрометра.

сообщают круговые и продольные движения. После доводки необходимо проверить, не перекрывает ли скошенный край измерительного барабана нулевой штрих масштабной гильзы.

Если измерительные поверхности микрометра исправить доводкой трудно, их предварительно шлифуют. Шлифование производят на круглошлифовальном или плоскошлифовальном станке в приспособлении, в котором закрепляют микрометр за цилиндрическую часть шпинделя. После шлифования микрометр доводят. Доведенные плоскости проверяют при помощи набора плоскопараллельных интерференционных стекол (см. фиг. 39).



Если при вращении измерительного барабана Фиг. 182. Доводка мерок к микрометрам. один из его краев касается масштабной гильзы и оставляет на ней кольцевые штрихи,— это означает, что имеется перекос барабана или искривлен шпиндель микрометра. Чтобы исправить перекос барабана, пригоняют места посадки его на шпиндель.

Небольшой износ микрометрического винта и гайки иногда удается устранить их взаимной притиркой друг в друге с применением пасты ГОИ. При большем износе (свыше $0,01—0,015\text{ мм}$) микрометрические винты заменяются новыми или же ставятся новые микрометрические головки, так называемые микрометры без скобы.

Регулирование измерительного давления трещотки производят при помощи изменения угла наклона ее зубьев (фиг. 181).

Часто встречающимся дефектом поступившего в ремонт микрометра является износ, повреждение или потеря установочной мерки. В этом случае обычно изготавливают новые мерки. Шлифование и доводка мерок осуществляется в приспособлении, изображенном на фиг. 182.

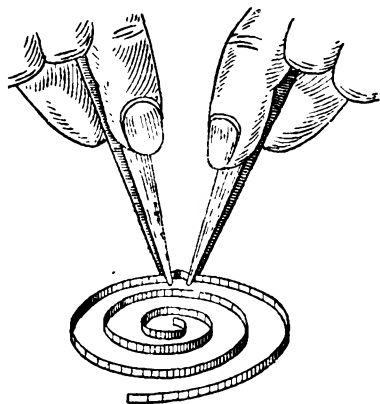
5. РЕМОНТ ИНДИКАТОРОВ

Ремонту и восстановлению подвергаются индикаторы часового типа, у которых искривлен или забит измерительный штифт, испорчены стрелки и загрязнен механизм. В условиях машиностроительного завода исправление и восстановление индикаторов представляет большие трудности, и далеко не все дефекты могут быть устранены. Легче всего устраняются забоины, царапины и искривление измерительного штифта. Это достигается полированием его наждачной бумагой с маслом и правкой медным молотком на свинцовой подушке.

Погнутость спиральной пружины может быть устранена с помощью двух пинцетов (фиг. 183), а слабая пружина укорачивается или заменяется новой.

Весь механизм индикатора во время ремонта для восстановления его чувствительности должен быть разобран и промыт в авиационном бензине, вновь собран и отрегулирован.

В случае износа и поломки отдельных деталей передаточного механизма ремонт сводится к замене их новыми запасными деталями или деталями от других уже списанных индикаторов.



Фиг. 183. Ремонт пружины индикатора.

6. РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОНЦЕВЫХ МЕР

Ремонт и восстановление концевых мер имеет целью решение одной из следующих задач: восстановление притираемости мер, восстановление параллельности и плоскостности измерительных плоскостей и, наконец, использование изношенных мер со снижением их номинального размера.

Восстановление притираемости концевых мер и их плоскопараллельности осуществляется доводкой мер в специальном приспособлении, изображенном на фиг. 57. Это приспособление состоит из двух притирочных плит, повернутых друг к другу лицевыми сторонами. Для восстановления концевых мер таких приспособлений требуется три: для грубой, предварительной и окончательной доводки. Доводка мер больших размеров производится на отдельных плитах.

Шаржирование плит осуществляется брусками типа Арканзас, предварительно притертыми на специальных плитах.

7. РЕМОНТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАЛИБРОВ

Изношенные калибры восстанавливаются механической, слесарной, термической обработкой и хромированием.

Механической обработкой восстанавливаются все виды калибров. Этот способ восстановления дает возможность получить другие калибры ближайших размеров или классов точности путем перешлифовки их на меньший размер.

У некоторых видов калибров перед механической обработкой производят рихтование незакаленной поверхности, с расчетом восстановления их прежнего номинального размера. Такой обработке подвергаются скобы, профильные и листовые калибры, высотомеры и др. После рихтования калибры подвергаются искусственному старению и затем дальнейшей механической обработке или доводке.

Существуют способы и горячей подсадки таких калибров, которые требуют уменьшения размеров. Посадка производится в специальных приспособлениях под ручным прессом. Приспособление должно позволять нагретому калибру изменять свою форму и размеры только в желательном направлении и не допускать продольных изгибов восстанавливаемого инструмента.

Удлинение трубчатых измерительных инструментов может производиться раскаткой труб скобой с тремя роликами, один из которых является нажимным. Раскатанные инструменты также подвергаются искусственному старению.

Сборные и регулируемые скобы при ремонте разбирают, шлифуют их рабочие плоскости, если имеются следы коррозии, забоины и царапины, затем вновь собирают все части, регулируют расстояние между рабочими поверхностями подшлифованием поверхностей стыка или регулировочными винтами и, в случае необходимости, доводят их.

В последнее время широко применяются термические методы восстановления калибров. Изменение размеров калибров-пробок производится путем нагрева калибров до $+200^{\circ}$ и выдержки их при этой температуре в течение 4 час. или путем охлаждения калибров до -80°C , увеличивающих их размеры. Этим способом может быть увеличен диаметр калибров до 0,06 мм. Подобное восстановление может быть произведено только один раз.

Термическое восстановление гладких и резьбовых калибров-колец может производиться за счет нагрева наружной поверхности колец на высокочастотной установке с последующим охлаждением в масле. Такой способ позволяет уменьшить рабочий диаметр колец до 0,1 мм.

Восстановление калибров хромированием — выгодный и распространенный способ. Восстановленные этим способом калибры хорошо противостоят износу.

Тем не менее большие трудности обработки хромированных поверхностей несколько ограничивают применение обычного хромирования и заставляют отдавать предпочтение более сложному размерному хромированию.

Размерное хромирование позволяет восстановить калибры с износом по их диаметру до 0,02 мм.

Для восстановления более изношенных калибров с поврежденными измерительными поверхностями их шлифуют до удаления следов повреждений, а затем накладывают слой хрома необходимой толщины. После этого они шлифуются и доводятся до получения размера и чистоты нового калибра, причем и в этом случае остающаяся толщина слоя хрома не должна превышать 0,08 мм.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ВОССТАНОВЛЕННОМУ ИЗМЕРИТЕЛЬНОМУ ИНСТРУМЕНТУ

Измерительный инструмент, подвергавшийся ремонту и восстановлению, не может полностью соответствовать техническим условиям для нового инструмента. Поэтому для отремонтированного и восстановленного инструмента существуют особые технические условия, указывающие, какие отступления могут быть допущены для этого инструмента.

Для всех измерительных инструментов, выходящих из ремонта и восстановления, допускаются незначительные местные дефекты, не препятствующие измерению и не превышающие 20% от общей площади измерительной поверхности. Следы рихтования должны быть сняты путем шлифования или местной зачистки с созданием равномерного штриха или декоративного покрытия.

Для штангенинструментов выставляются дополнительные требования: зазор между штангой и нониусом штангенциркуля с ценой деления 0,02—0,05 мм не должен быть более 0,05 мм; длина измерительных плоскостей острых губок допускается не менее 7 мм, а наружный диаметр тупых губок должен быть также не менее 7 мм и может быть дробным с окончанием на 0,1—0,2 мм и т. д.

У всех микрометрических инструментов зазор между барабаном и стеблем допускается не более 0,2 мм.

Остальные требования и нормы точности универсального инструмента и калибров должны соответствовать государственным стандартам.

В тех случаях, когда в процессе ремонта и восстановления не удается сохранить первоначальный класс точности инструмента, допускается его перевод в следующий класс с переоформлением документов учета и аттестата на новый класс инструмента.

ГЛАВА XII

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

1. ПРАВИЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

Изучение работы стахановцев показывает, что причины высокой выработки продукции лежат не только в механизации производства и совершенном технологическом процессе, но и в правильной организации труда и рабочего места.

Понятие организация труда охватывает правильное оснащение рабочего места всем необходимым для производственного процесса, содержание рабочего места в порядке и чистоте, правильное обслуживание его, освоение правильных приемов работы, своевременное обеспечение материалами, инструментом, технологической документацией и производственным заданием.

Молодые рабочие, впервые пришедшие на завод, часто не обращают внимания на правильную организацию труда и рабочего места.

Правильная организация труда и рабочего места помогает экономить не только секунды, но даже часы, складывающиеся из этих секунд. При правильной организации труда растет производительность, улучшаются условия работы, уменьшается утомляемость рабочего, улучшается качество продукции и снижается ее себестоимость.

2. РАБОЧЕЕ МЕСТО СЛЕСАРЯ-ЛЕКАЛЬЩИКА

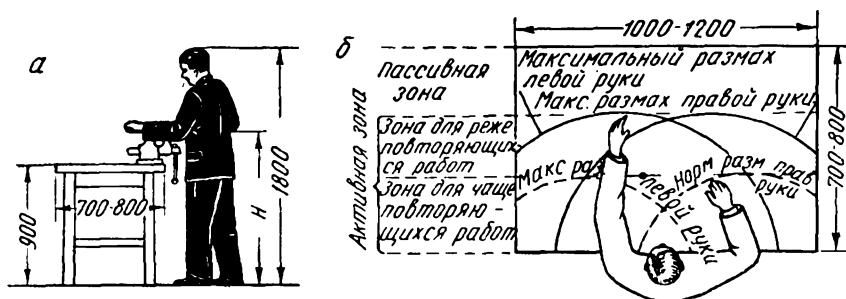
Рабочее место — это участок в цехе, где работает и по которому передвигается рабочий во время работы и на котором расположен станок и инвентарь, необходимые для выполнения производственного задания.

Основное оборудование рабочего места лекальщика — верстак и лекальные тиски. Высота верстака (фиг. 184, а) зависит от роста лекальщика и должна быть такой, чтобы соблюдалось правило: нижняя линия правого локтя работающего находится на уровне губок тисков. При такой высоте верстака создаются нормальные условия для производительной работы, так как спина слесаря не изгибается и руки его не тянутся вверх. Это также уменьшает напряжение и утомляемость.

Верстак может быть многоместным или индивидуальным. Индивидуальные верстаки более удобны для работы лекальщика,

так как в этом случае его внимание не отвлекается и ему меньше мешают посторонние шумы и сотрясения.

На фиг. 184, б показаны размеры индивидуального верстака в плане [13]. Они должны быть достаточными, чтобы вместить все, необходимое для работы. Предметы должны располагаться в соответствии со схемой, т. е. все, что берется левой рукой, располагается в левой части верстака, все, чем пользуется лекальщик правой рукой, располагается в правой части верстака, то, чем пользуются чаще, кладется ближе к рабочему, то, что требуется реже, кладется дальше. В указанной на фиг. 184 пассивной зоне помещают осветительные устройства, полуфабрикаты, готовые изделия, т. е. такие предметы, которыми пользуются очень редко.



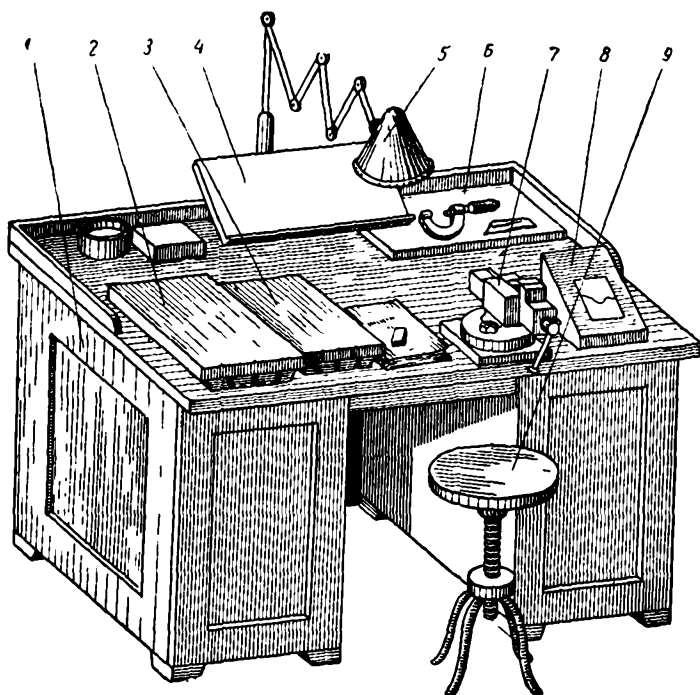
Фиг. 184. Основные размеры верстака слесаря-лекальщика.

Расположение предметов должно быть определенным, чтобы слесарь привык к их расположению, мог брать их во время работы, не глядя на них и не тратя на поиски лишнего времени и энергии. Такой же порядок должен быть и в ящиках верстака, при этом измерительный инструмент должен храниться отдельно от остального, инструмент для обработки незакаленных деталей — отдельно от инструмента для обработки закаленных деталей, полуфабрикаты отдельно от готовых изделий.

Образцовое рабочее место стахановца-лекальщика — верстак — показано на фиг. 185. Верстак 1 представляет собой прочный, крытый линолеумом, стол с двумя тумбами, внутри которых расположены выдвижные ящики для хранения инструмента, изделий, материалов и документов. Слева на верстаке расположены контрольная и притирочная плиты 2 и 3, закрытые деревянными крышками. В центре с тыльной стороны верстака располагается полочка для чертежей 4 и передвижная электрическая лампа с абажуром 5. Правый дальний угол верстаков предназначен для раскладки измерительного инструмента, необходимого лекальщику для выполнения данной работы. Несколько правее от центра верстака укрепляются слесарно-лекальные, параллельные тиски 7.

Особенностью этих тисков являются их небольшие габариты, возможность поворота вокруг вертикальной оси под любым углом, наличие точно шлифованных закаленных губок, плавность и легкость хода тисков.

Справа на верстаке устанавливается смотровой фонарь 8 с наклонным матовым стеклом, служащий для определения величины световой щели между изделием и инструментом.



Фиг. 185. Рабочее место слесаря-лекальщика.

Винтовой стул 9 позволяет слесарю занимать любое удобное положение при работе.

Один из ящиков верстака служит для набора измерительных инструментов, постоянно хранящихся у лекальщика. Во втором ящике хранятся напильники, надфили и абразивные бруски. Отдельные ящики выделяются для хранения притиров и абразивно-доводочных материалов, для оснастки, для заготовок и полуфабрикатов, и, наконец, для документов, чертежей технологических процессов.

Высокий класс точности лекальной работы требует чистоты и порядка на рабочем месте. Где грязь и беспорядок, там брак и низкая производительность труда.

Для более легкого соблюдения чистоты на верстаке поверхность его должна быть покрыта линолеумом.

По окончании работы необходимо уложить весь инструмент в ящики верстака и очистить его от пыли и грязи. Притирочная и контрольные плиты остаются на верстаке и покрываются крышками.

Основную часть своей работы, особенно обработку закаленных изделий, лекальщик выполняет сидя. К сидячей позе следует прибегать всегда, когда это оказывается возможным по условиям работы. При сидячей работе меньше затрачивается энергии, и слесарь меньше утомляется. Наиболее удобен для сидения винтовой стул.

Важное значение имеет правильное освещение. Свет должен быть ярким и падать не в глаза, а на обрабатываемый предмет. Желательно, чтобы свет был матовым и не давал бликов, мешающих работать. Для определения световой щели между изделием и контрольным инструментом рекомендуется применять смотровой фонарь с матовым стеклом, на поверхность которого кладутся проверяемые на просвет предметы.

3. ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Рабочий должен работать все время на своем рабочем месте, выполняя только работы, соответствующие его специальности и квалификации. Чтобы не терять времени на работы, выполняемые специальными людьми в цехе, необходимо знать организационную схему управления цехом.

За выполнение плана и всю работу цеха отвечает начальник цеха.

Старший мастер отвечает за работу участка, на котором изготавливается тот или иной вид инструмента. Мастер руководит рядом рабочих мест в своей смене, на своем участке. Мастер обязан руководить работой, обучать и инструктировать рабочего, давать задания, следить за дисциплиной и выполнением заданий рабочими.

Мастер цеха получает задания со сроками их выполнения от старшего мастера, заведующего плановым бюро или непосредственно от начальника цеха. Рабочий получает наряды на выполняемые работы от нарядчика по указанию мастера. В каждом наряде должно быть указано содержание работы, количество деталей, норма времени и расценок. После выполнения работы контролер отдела технического контроля проверяет изделия на годность. Если есть брак, выписывает извещение о браке, в котором отмечает сколько изделий забраковано и кто виновник.

Технологи и нормировщики обязаны составлять технологическую документацию на действующий и на вновь устанавливаемый технологический процесс, наблюдать за соблюдением технологического процесса, работать над его улучшением, разрешать технические вопросы, связанные с отступлениями от действующих технических условий на материал, инструмент, приспособления и т. д.

Контролер и контрольный мастер ОТК обязаны не только оформлять наряды и контролировать качество выпускаемой продукции, но и помогать рабочему в выявлении и устранении причин брака.

4. СТАХАНОВСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

Основными направлениями стахановской организации труда в лекальном деле служат:

1. Правильная организация рабочего места.
2. Своевременная и полная подготовка к работе.
3. Широкое разделение труда и специализация слесарей-лекальщиков по отдельным видам работ.
4. Овладение техникой производства в совершенстве и умелое применение этой техники в каждом конкретном случае.
5. Широкое применение механизированного труда взамен ручного.
6. Непрерывное стремление к совершенствованию технологического процесса.
7. Борьба за качество и экономию основных и вспомогательных материалов.

Важнейшим условием стахановской работы служит своевременная подготовка рабочего места и производственного процесса. Прежде всего необходимо разложить весь инвентарь по своим постоянным местам, отрегулировать, смазать и подготовить весь инструмент, приборы и оборудование, ознакомиться с заданием на смену, проверить наличие заготовок, ознакомиться с технологическим процессом, продумать порядок работы, произвести необходимые расчеты или потребовать их от технолога.

Рекомендуется, чтобы заготовка материала, вырезка заготовки, правка ее, механические операции до закалки, маркирование надписей выполнялись другими рабочими с более низкой квалификацией, нежели слесарь-лекальщик. Такая организация труда, т. е. выделение вспомогательных операций, повышает производительность труда. Если невозможно передать эти операции другим работникам, необходимо, чтобы лекальщик, выполняющий эти операции, группировал подобные операции и делал их партиями, а не для каждого изделия отдельно.

За последнее время разделение труда в лекальном деле начинает применяться все в большей и большей степени. На лекальных участках выделяются отдельные группы рабочих с более узким кругом обязанностей, а именно:

- 1) слесари по подготовке, которые производят заготовку материала, разметку и подготовку калибров к закалке;
- 2) шлифовщики-лекальщики;
- 3) слесари-доводчики;
- 4) слесари по ремонту измерительного инструмента.

Решающее значение на стахановскую работу слесаря-лекальщика оказывает овладение техникой лекального мастерства в совершенстве.

Кроме полного применения своих знаний и навыков, огромное значение имеет широкое применение разнообразных приспособлений, облегчающих процесс работы и обеспечивающих высокое качество изделий.

Здесь широкое поле деятельности для стахановской и рационализаторской инициативы слесаря-лекальщика.

Особенное внимание лекальщикам необходимо обращать на механизацию всех ручных работ по изготовлению измерительного инструмента, заменяя слесарные операции станочными.

Но хорошая работа лекальщика не определяется только высокой производительностью. Можно работать производительно, но неэкономно и бесхозяйственно расходовать материалы, портить и ломать инструмент и приборы, выводить из строя дорогое оборудование.

Экономия материалов, инструментов, энергии, бережное отношение к оборудованию и приборам — основная черта работы стахановца. Чувство бережливости, хозяйское отношение ко всему, с чем соприкасается рабочий на производстве, — закон социалистических предприятий.

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ И СИСТЕМА ОПЛАТЫ ТРУДА

Техническое нормирование труда устанавливает технически обоснованные нормы времени и нормы выработки. Установленная норма должна быть прогрессивной, чтобы рабочий стремился рационализировать свой труд, применять и развивать стахановские методы работы в борьбе за ее выполнение.

Техническая норма — это не только основа для оплаты труда рабочего, но и основа для планирования производства, так как все расчеты по планированию участка, цеха, завода ведутся на основании норм выработки и достигнутого перевыполнения их.

Технической нормой времени называют минимально необходимое время для выполнения данной операции. Техническая норма устанавливается с учетом правильного использования оборудования и инструмента, с учетом применения передового стахановского опыта.

Норма выработки представляет собой количество изделий, изготавливаемых рабочим в течение смены при существующей норме времени на одно изделие.

Общая норма времени состоит из двух самостоятельных норм: нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени.

Норма подготовительно-заключительного времени учитывает необходимое время для всех подготовительных и заключительных работ, связанных с изготовлением данной партии деталей, и времени на смену инструмента и сдачу изделий в ОТК.

В норму штучного времени включается время, идущее на изготовление изделия со всеми дополнительными затратами и потерями рабочего времени в течение рабочего дня.

Таким образом, общая норма времени на изготовление одной детали определяется по формуле:

$$T = \frac{T_{\text{подг. - зак}}}{K} + T_{\text{шт}},$$

где $T_{\text{подг.-зак}}$ — подготовительно-заключительное время;

K — количество деталей в данной партии;

$T_{\text{шт}}$ — норма штучного времени.

Затрата времени на изготовление той или иной детали с течением времени уменьшается, так как изменяется технологический процесс, механизуются ручные работы и т. п.

Поэтому существующие нормы выработки периодически пересматриваются, как устаревшие, обычно раз в год. Также пересматриваются нормы и при повышении производительности труда, вызванном внедрением организационно-технических и рационализаторских мероприятий. В этом случае они подлежат немедленному изменению после внедрения данного мероприятия. За рабочим-автором этого мероприятия сохраняются старые нормы в течение шести месяцев.

Установленная норма выработки соответствует определенной квалификации рабочего, необходимой для выполнения данной работы.

В цеховой практике часто случается, что менее сложная работа поручается рабочему, имеющему большой опыт, более высокую квалификацию, а более сложная работа, наоборот, рабочему низкой квалификации. В первом случае это ведет к увеличению себестоимости, во втором — к недоброкачественному выполнению работы, а иногда и к браку. Поэтому очень важно правильно оценить и определить квалификацию работы или ее разряд и распределить работы в соответствии с квалификацией рабочего.

В лекальном деле встречаются работы начиная с третьего по восьмой разряд включительно. Чем выше разряд, тем сложнее работа. Отнесение той или иной работы к соответствующему разряду производится по тарифно-квалификационным справочникам.

Как говорилось выше, основой оплаты труда служит норма выработки. Таким образом, оплата труда осуществляется в зависимости от нормы выработки и от квалификации работы.

Оплата труда в зависимости от квалификации производится с учетом имеющихся в тарифной сетке коэффициентов, определяющих во сколько раз рабочему данного разряда необходимо заплатить больше, чем рабочему самой низкой квалификации (первого разряда) за выполнение нормы времени, равной одному часу работы.

В нашей стране труд рабочего оплачивается в соответствии с количеством и качеством выработанной продукции. Существуют следующие оплаты труда: повременная система оплаты труда; повременно-премиальная; прямая сдельная; прогрессивно-сдельная.

Повременная оплата труда заключается в том, что размер заработной платы рабочего определяется количеством проработанного времени, без учета качества и объема выполненной работы. Повременная оплата бывает почасовая, поденная или месячная.

Повременно-премиальная система отличается от повременной тем, что размер заработка определяется не только количеством отработанного времени, но отчасти объемом выполненной работы и ее качеством. Она применяется там, где результаты работы могут быть прямо или косвенно измерены различными количественными или качественными показателями, например, выполнение в срок установленного задания, отсутствие брака и т. д. При выполнении показателей сверх поденной оплаты рабочему выплачивается денежная премия в определенном размере. Эта система более совершенна, чем повременная. Но ее следует применять только тогда, когда не могут быть установлены точные нормы времени, необходимые для сдельной системы.

При прямой сдельной системе оплаты в отличие от повременной системы результаты труда рабочего учитываются непосредственно по количеству и качеству выработанной и сданной рабочей продукции, за которую производится расчет по штучным сдельным расценкам. Сдельный расценки за штуку определяется умножением нормы времени, выраженной в часах, на размер часовой ставки сдельщика данного разряда, а фактический заработок рабочего равен произведению количества готовых изделий и сдельного расценки. Это самая распространенная в промышленности система оплаты труда и, в частности, оплаты труда слесарей-лекальщиков.

Прогрессивно-сдельная система отличается от сдельной тем, что оплата выработанной продукции производится не по одному расценку, а по нескольким прогрессивно увеличивающимся в зависимости от перевыполнения рабочим установленных норм выработки.

Увеличение оплаты за каждую единицу сверх установленного задания создает у рабочего действительный стимул (стремление) к увеличению роста производительности труда, увеличивая заработок рабочего. Эта система — наиболее совершенная система оплаты труда.

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДА

На территории машиностроительного завода можно наблюдать большое движение различных средств транспорта и пешеходов.

Территория завода благоустраивается таким образом, чтобы рабочие, передвигающиеся по заводскому двору, не подвергались опасностям. На территории завода устроены специальные пешеходные дорожки или тротуары для пешеходов; эти дорожки должны быть чистыми, зимой должны посыпаться песком.

Для движения транспорта (например, ручных тележек, электрокаров, гусеничных кранов, железнодорожных составов, грузовых

и легковых автомашин) на территории завода устроены автомобильные шоссе, железнодорожные пути, дороги. Эти пути делают так, чтобы они как можно меньше пересекались с пешеходными дорожками.

Там, где движение транспорта больше, устраивают переходы в виде мостов над транспортными путями, где небольшое движение, устанавливаются светофоры, шлагбаумы и вывешиваются предупредительные надписи. При расположении транспортных путей близко от выходов из помещения или углов устанавливают специальные ограждения, заставляющие пешеходов замедлять движение и повертываться лицом к идущему транспорту.

Работники завода должны сами соблюдать правила движения по заводской территории: ходить только по пешеходным дорожкам, держась правой стороны; переходить пути и дороги только при зеленом свете светофора; не ходить по железнодорожным путям; не переходить железнодорожный путь под вагонами, внимательно прислушиваться к транспортным сигналам и т. д.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЦЕХЕ

В цехах завода с неосторожными и неумелыми работниками может легко произойти несчастный случай.

Рассмотрим типичные случаи травм и меры борьбы с ними.

1. Ранения стружкой. Ранения стружкой происходят при откачивании ее от изделия, при длинных сливных стружках и при неосторожном удалении стружки со станка. Часты случаи повреждения глаз абразивной пылью и стружкой при шлифовании.

Таким травмам могут подвергаться и слесари-лекальщики, которые часто пользуются в своей работе шлифовальными станками.

Главнейшими мероприятиями в борьбе с ранениями стружкой являются: применение защитных приспособлений (очки и предохранительные экраны), особенно при обрубании зубилом и при работе на заточных и шлифовальных станках; применение стружколомов и стружкозавивателей на токарных станках.

Чтобы устранить случаи травматизма при удалении стружки, рабочих снабжают специальными щетками и крючками; запрещают уборку стружки руками, а также запрещают ее уборку во время движения станка.

2. Ранения инструментом. Ранения инструментом происходят при срыве слабо закрепленного инструмента, при его поломках. Особенно опасен разрыв шлифовального круга, влекущий тяжелые ранения.

Очень часто слесари-лекальщики устанавливают шлифовальные круги на сверлильных станках для шлифования и предварительной доводки.

В связи с тем, что в этом случае отсутствуют предохранительные приспособления, слесарю-лекальщику следует соблюдать особенную осторожность.

Ранения также возможны при срыве ключей во время крепления инструмента; при откалывании частей обыкновенного или рихтовального молотка, зубила; при работе напильником и молотками с неисправными ручками или инструментами без ручек, приводящей к травмам рук, глаз и живота; во время снятия инструмента при неполной остановке станка; при поддержании инструмента за режущую часть; при смене и установке абразивных кругов; при ручной правке шарошкой и алмазом, так как в этом случае легко может произойти соприкосновение рук с вращающимся кругом.

Предохранительными мероприятиями, устраняющими ранения инструментом, являются:

1) запрещение использования случайных подкладок, изношенных болтов со сбитыми головками;

2) запрещение работы в рваных рукавицах, а также обматывание ладоней и пальцев рук тряпками при смене инструмента в быстросменных патронах;

3) соблюдение правил безопасной работы на шлифовальных станках и абразивными кругами, изложенных в главе о шлифовании и, наконец, механизация правки;

4) обязательное применение защитных кожухов на шлифовальных станках при выполнении любых работ;

5) строгий контроль за исправным состоянием инструмента.

Особенно это имеет большое значение при работе слесарным инструментом; ключами, зубилами, молотками и т. д.; нельзя работать инструментами с неисправными или отсутствующими деревянными ручками.

3. Ранения при обращении с изделием. В данном случае ранения происходят при установке и закреплении изделий на станках и тисках, при снятии их, при подаче незакрепленных изделий и заготовок к рабочему месту. Здесь возможны также случаи ранения режущим инструментом, срывы ключей и зажимных приспособлений, вызывающие ушибы и порезы рук, соприкосновение рук с вращающимся кругом и т. д.

Для избежания травм необходимо соблюдать следующие правила:

1) зажимной инструмент (ключи, патроны) должен удовлетворять требованиям техники безопасности в отношении качества материала, формы и способов крепления; не допускается применение ключей с разработанными зевами и наращенными трубами; не допускается крепление изделий в патронах с размером изделия большим, чем это допускается для данной конструкции патрона;

2) изделие должно закрепляться надежно, и приспособление для его закрепления должно быть исправным;

3) не допускается снятие и установка изделий на ходу;

4) при установке и снятии тяжелых изделий должны применяться подъемные приспособления.

4. Ранения, вызываемые движущимися частями механизмов. Основными мероприятиями в борьбе с этого рода травмами являются:

1) применение ограждений, закрывающих подвижные части станков, выступающие части вращающихся приспособлений;

2) опрятность и аккуратность в одежде (отсутствие болтающихся частей костюма, распущенных волос и т. д.);

3) удобное расположение пусковых и останавливающих устройств;

4) сведение до минимума ручных операций при обработке деталей на станках;

5) при работе с электрифицированным инструментом необходимо применять заземление, во избежание поражения током.

Решающими мероприятиями в борьбе со всеми видами травматизма служат:

1) обучение рабочих правилам техники безопасности и безопасным приемам работ;

2) обстоятельное проведение вводного инструктажа и инструктажа в конкретных условиях данного рабочего места;

3) ознакомление рабочих с условиями организации культурного и безопасного рабочего места; запрещение пользования незнакомыми агрегатами и выполнения по собственной инициативе работ, не относящихся к данной профессии без ознакомления с правилами безопасной работы;

5) овладение в совершенстве своей профессией правильными стахановскими приемами работы, приводящими к снижению травматизма.

8. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ В НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

Все несчастные случаи происходят неожиданно, и потому часто сопровождаются растерянностью не только самого пострадавшего, но и окружающих его, что приводит к потере времени и ухудшению положения пострадавшего.

Первое основное правило при всяком несчастном случае не оставлять пострадавшего на месте происшествия, а отправлять его в здравпункт.

Из этого правила должно быть сделано исключение в тех случаях, когда требуется немедленное оказание помощи на месте, т. е. при потере сознания от поражения электрическим током или в случае травм с сильным кровотечением.

В таком случае минутное промедление в оказании первой помощи может стоить пострадавшему жизни, а поэтому нужно немедленно доставить необходимые материалы из цеховой аптечки и вызвать по телефону дежурного по здравпункту.

О всех несчастных случаях надо немедленно сообщать начальнику цеха или дежурному по цеху.

После оказания первой помощи и отправки пострадавшего следует о всяком случае, сопровождающемся даже временной по-

терей трудоспособности, поставить в известность и вызвать в цех ответственного по технике безопасности для расследования обстоятельств на месте.

9. ГИГИЕНА ТРУДА В ЦЕХЕ

Условия труда имеют огромное значение для работающих и оказывают непосредственное влияние на их здоровье, утомляемость, производительность труда и качество продукции.

Изучением условий труда, их влияния на человеческий организм, а также разработкой мероприятий, устраняющих действие этих условий на здоровье трудящихся, занимается наука, носящая название профессиональной гигиены. Соблюдение правил профессиональной гигиены рабочими и администрацией предприятия — необходимое условие предохранения человеческого организма от профессиональных заболеваний и преждевременного утомления.

Первое требование профессиональной гигиены состоит в поддержании надлежащей чистоты воздуха помещений. Это требование обеспечивается устройством приточно-вытяжной вентиляции и естественным, регулярным проветриванием помещений.

К числу требований гигиены следует также отнести:

1. Создание нормального освещения с целью сохранения зрения рабочего, снижения усталости и травматизма, повышения качества продукции и производительности труда. Освещение должно быть достаточно ярким, а световой поток должен быть направлен на рабочее место.

2. Поддержание чистоты в помещении и на рабочем месте.

Л и т е р а т у р а

1. Е. А. Белецкий и К. С. Харченко, Современные методы механизации лекального производства, Машгиз, 1949.

2. Е. А. Белецкий и К. С. Харченко, Оптические профилировальные станки, Машгиз, 1951.

3. А. М. Ершов, Клеймение и маркирование.

4. П. П. Загребский, Слесарь-лекальщик, Машгиз, 1948.

5. И. А. Рабинович, Шлифование плоскостей и плоскошлифовальные станки, Машгиз, 1950.

6. Справочник инструментальщика, т. II, Машгиз, 1949.

7. Н. К. Топорков, Механизация лекальных работ, Машгиз, 1948.

8. В. И. Черкашин, Передовые методы лекальных работ, Машгиз, 1951.

9. Д. П. Чехматаев, Технология контрольно-измерительного инструмента и измерительных приборов, ОНТИ, 1938.

10. А. М. Чугунов, Слесарно-лекальное мастерство, Машгиз, 1952.

11. С. М. Шифрин, Шлифование металла, ЦБТИ МСС, 1949.

12. М. Я. Шегал, Доводка измерительных инструментов, Машгиз, 1947.

13. С. Л. Якобсон, Организация рабочего места на машиностроительных заводах, ОНТИ, 1937.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Введение	4
Г л а в а I. Точный измерительный инструмент и приборы . . .	6
1. Точность, погрешности проверки и измерения	6
2. Классификация измерительных инструментов и приборов	9
3. Штангенциркули	10
4. Микрометры	16
5. Механические измерительные инструменты	19
6. Концевые меры длины	26
7. Инструменты для проверки углов и конусов	29
8. Инструменты для точного измерения углов	33
9. Оптикомеханические измерительные приборы	35
10. Измерение методом интерференции	42
11. Чистота поверхности и ее оценка	44
Вопросы для повторения	47
Г л а в а II. Маркирование	48
1. Назначение и способы маркирования изделий	48
2. Набивное маркирование	48
3. Маркирование травлением и гравирование	50
4. Электрографический способ маркирования	53
Вопросы для повторения	54
Г л а в а III. Доводка и полирование	55
1. Назначение доводки и полирования	55
2. Абразивно-доводочные материалы	56
3. Смазывающие вещества при доводке	59
4. Материал притиров	60
5. Режимы доводки	61
6. Шаржирование притиров	62
7. Типы притиров и доводочных станков	63
8. Техника доводки полирования	65
9. Принципы стахановской организации доводочных работ	69
Вопросы для повторения	71
Г л а в а IV. Шлифование	72
1. Процесс шлифования	72
2. Шлифовальные круги	72
3. Балансировка и правка шлифовальных кругов	78
4. Виды шлифования	80
5. Плоскошлифовальные станки	83
6. Устройство плоскошлифовального станка	83
7. Работа на шлифовальном станке и уход за ним	88
8. Технология плоского шлифования	89
9. Контроль точности и качества обработанной поверхности	94
10. Браг при плоском шлифовании и способы его устранения	95
11. Техника безопасности при шлифовании	96
12. Работа шлифовальными брусками	96
Вопросы для повторения	98

Г л а в а V. Технологический процесс	99
1. Основные понятия	99
2. Технологическая документация	100
3. Технологические припуски	106
4. Технологическая дисциплина	107
Вопросы для повторения	108
Г л а в а VI. Калибры гладкие	109
1. Основные понятия	109
2. Конструкция калибров	110
3. Система допусков предельных калибров	116
4. Пользование калибрами	120
Вопросы для повторения	121
Г л а в а VII. Производство гладких калибров	122
1. Технические требования к калибрам	122
2. Технологический процесс	126
3. Изготовление калибров-пробок и штихмасов	128
4. Изготовление калибров-скоб	132
5. Изготовление листовых калибров	136
6. Брак в производстве калибров и его причины	139
Вопросы для повторения	141
Г л а в а VIII. Производство комплексных и профильных калибров	142
1. Комплексные и профильные калибры	142
2. Технические требования и материал	144
3. Технологический процесс ручной обработки профильных калибров	146
4. Заготовка профильных калибров	147
5. Межоперационные припуски	150
6. Разметка профильных и комплексных калибров	152
7. Основы точного профилеобразования незакаленных калибров	155
8. Слесарная обработка профиля незакаленных калибров	160
9. Припасовка профиля калибров	164
10. Изготовление профилей незакаленных калибров по рискам	168
11. Обработка профильных и комплексных калибров после закалки	169
12. Образование профиля калибров после закалки	171
13. Образование угловых элементов закаленных калибров	174
14. Образование криволинейных элементов профиля	178
15. Точное размещение отверстий в комплексных калибрах	185
16. Недостатки технологического процесса ручной обработки профильных и комплексных калибров	187
Вопросы для повторения	188
Г л а в а IX. Механизация лекального производства	189
1. Механизация — передовой метод лекального производства	189
2. Точная механическая обработка профилей незакаленных калибров	191
3. Профильное шлифование	192
4. Шлифование прямолинейных участков профиля	193
5. Шлифование дуговых участков профиля	202
6. Точное расположение элементов профиля по окружности	211
7. Комбинированное шлифование профилей в универсальных приспособлениях	217
8. Контроль профилей калибров универсальными приспособлениями	228
9. Шлифование профилей на оптических профилешлифовальных станках	229
Вопросы для повторения	232
	263

Г л а в а X. Повышение износоустойчивости измерительного инструмента	233
1. Общие понятия	233
2. Термическая обработка измерительного инструмента.	233
3. Цементация	235
4. Контроль закалки инструмента	236
5. Борьба с самопроизвольным изменением размеров инструмента.	236
6. Азотирование (нитрирование)	237
7. Хромирование.	238
8. Оснащение измерительных поверхностей твердыми сплавами	238
9. Предохранение инструмента от коррозии.	239
Г л а в а XI. Ремонт и восстановление измерительного инструмента	241
1. Наблюдение за инструментом в эксплуатации	241
2. Неисправности измерительного инструмента	242
3. Ремонт штангенинструментов	242
4. Ремонт микрометров	245
5. Ремонт индикаторов	247
6. Ремонт и восстановление концевых мер	247
7. Ремонт и восстановление калибров	248
8. Требования к восстановленному измерительному инструменту	249
Г л а в а XII. Организация труда и техника безопасности	250
1. Правильная организация труда	250
2. Рабочее место слесаря-лекальщика	250
3. Обслуживание рабочего места	253
4. Стахановская организация труда.	254
5. Техническое нормирование и система оплаты труда	255
6. Техника безопасности на территории завода	257
7. Техника безопасности в цехе	258
8. Первая помощь в несчастных случаях	260
9. Гигиена труда в цехе	261
Литература	262

Обложка *М. Н. Гарипова*

Технический редактор *Н. А. Дугина*. Корректоры: *А. Ф. Мизер, С. С. Воронова*

НС00135

Сдано в производство 20/II 1953 г.

Подписано к печати 15/IV 1953 г.

Печ. л. 16,5

Уч.-изд. л. 17,45

Бум. л. 8,25.

Бумага 60X

Индекс 2—3. Заказ № 523. Тираж 25000

Номинал по прейскуранту 1952 г.

Типография Металлургиздата в г. Свердловске. Свердловск, Дом промышленности

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По вине
15	6-я сверху	установлены по наклонной разъединяется 2457—44, 2458—44 и т. д.	установлены не по наклонно разъединяется во всех строках 2456—52	авт.
15	7-я сверху			корр.
51	21-я снизу			типогр.
97	Табл. 7, первая ко- лонка спра- ва			авт.
145	12-я снизу	размеры изделия, определенные на основе его номиналь- ных раз-	меров и допустимых отклонений. Допуски калибров для контроля	типогр.

А. И. Розин, Слесарь-лекальщик